МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО И ГОРИТЕ

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ

МИНИСТЕРСТВО НА ОКОЛНАТА СРЕДА И ВОДИТЕ

ИПАЗР "Н. ПУШКАРОВ"

БЪЛГАРСКО ПОЧВОВЕДСКО ДРУЖЕСТВО

ЕЛЕКТРОНЕН СБОРНИК НАУЧНИ ДОКЛАДИ

МЕЖДУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЯ

ПОСВЕТЕНА НА МЕЖДУНАРОДНАТА ГОДИНА НА ПОЧВИТЕ И 140-ТА ГОДИШНИНА ОТ РОЖДЕНИЕТО НА НИКОЛА ПУШКАРОВ

2015

Международна година на почвите

ПОЧВАТА И АГРОТЕХНОЛОГИИТЕ В ПРОМЕНЯЩИЯ СЕ СВЯТ

11-15 май 2015 г., София

Издател ИПАЗР „Никола Пушкаров“
ISBN: 978-619-90560-0-4

MINISTRY OF AGRICULTURE AND FOOD

AGRICULTURAL ACADEMY

MINISTRY OF ENVIRONMENT AND WATERS

ISSAPP "N. POUSHKAROV"

BULGARIAN SOIL SCIENCE SOCIETY

DIGITAL BOOK OF PROCEEDINGS

INTERNATIONAL CONFERENCE

DEDICATED TO THE INTERNATIONAL YEAR OF SOILS AND THE 140-TH ANNIVERSARY FROM THE BIRTH OF NIKOLA POUSHKAROV

2015 International Year of Soils

SOIL AND AGROTECHNOLOGY

IN A CHANGING WORLD

11-15 May 2015, Sofia

Published by ISSAPP "Nikola Pushkarov"
ISBN: 978-619-90560-0-4

ПОД ПАТРОНАЖА НА:

Министъра на земеделието и храните
Десислава ТАНЕВА
Министъра на околната среда и водите
Ивелина ВАСИЛЕВА

ПОД ПОЧЕТНОТО ПРЕДСЕДАТЕЛСТВО НА:
Председателя на Селскостопанска академия Проф. д-р Тотка МИТОВА

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ
Председатели:
Проф. д-р Светла Русева – Директор на ИПАЗР „Н. Пушкаров”
Проф. д-р Методи Теохаров – Председател на Българско почвоведско дружество
Зам. Председатели: Проф. д-р инж. Г. Костадинов, Доц. д-р Г. Баева

Секретар: Доц. д-р Р. Донкова
Заместник - секретари: доц. д-р З. Петкова, гл. ас. д-р М. Христова
Членове: Проф. д-р инж. М. Михов, Проф. д-р инж. М. Банов, Проф. дсн Б. Георгиев, Проф. д-р Е. Филчева, Доц. д-р И. Малинов, Доц. д-р В. Цолова, Доц. Д-р М. Керчева, Доц. д-р И. Вълчовски, Доц. д-р Ив. Димитров, Доц. д-р Е. Марков, Доц. д-р П. Александрова, Доц. д-р Е. Станева, гл. ас. д-р К Донева, Вл. Топчев, (ИПАЗР “Н. Пушкаров”), Доц. дсн. В. Кутев (ЛТУ), Доц. д-р М. Жиянски (ИГ), Т. Димитрова (МОСВ),
Техн. секретари: гл. ас. д-р Н. Андреева, гл. ас. д-р И. Никова, гл. ас. д-р М. Ненов, Т. Попова, Л. Любенов
Научна екскурзия: доц. д-р Т. Шишков, гл. ас. д-р Б. Христов, гл. ас. д-р В. Колчаков

НАУЧЕН КОМИТЕТ
Председател: Проф. дсн Н. Динев
Членове: Проф. Ив. Атанасов, Проф. Н. Богацевска, Проф. Ив. Върлев, Доц. Н. Гаджалска, Проф. М. Грозева, Доц. А. Даскалова, Проф. Р. Дилкова, Доц. В. Кръстева, Доц. Л. Малинова, Проф. Ив. Маринов, Проф. Д. Славов, Проф. Д. Стойчева, Prof. W. Blum (Austria), Prof. R. Horn (Germany), Prof. G. Josefaciuk, Prof. E. Micheli (Hungary), Prof. O. Oenema (Netherlands), Dr. P. Panagos (Italy), Prof. L. Pereira (Portugal), Prof. E. Shein (Russia), Prof. C. Simota, Prof. C. Tsadilas (Greece), Prof. J. van den Akker, Prof. P. Zdruli (Italy)

UNDER THE PATRONAGE OF:

The Minister of Agriculture and Food
Desislava TANEVA
The Minister of Environment and Waters
Ivelina VASSILEVA

UNDER THE HONORARY PRESIDENCY OF:
The President of Agricultural Academy
Prof. Dr Totka MITOVA

ORGANIZING COMMITTEE
Chairmen:
Prof. Dr Svetla Rousseva – Director of N. Poushkarov Institute of Soil Science
Prof. Dr. M. Teoharov – President of Bulgarian Soil Science Society
Vice-Chairmen:
Prof. Dr Eng. G. Kostadinov, Assoc. Prof. Dr G. Baeva
Secretary: Assoc. Prof. Dr. R. Donkova,
Vice – Secretaries: Assoc. Prof. Dr Z. Petkova, Assist. Prof. Dr M. Christova
M**embers**: Prof. Dr. Eng. M. Banov, Prof. DSc. B. Georgiev, Prof. Dr E. Filcheva, assoc. Prof dr I. Malinov, Assoc. Prof. Dr. I. Valchovski, Assoc. Prof. Dr V. Tsolova, Assoc. Prof. dr M. Kercheva, Assoc. Prof. Dr. P. Aleksandrova, Assoc. Prof. Dr. Iv. Dimitrov,, Assoc. Prof. Dr. E. Markov, Assoc. Prof. Dr E. Staneva, Vl. Topchev (N. Poushkarov ISSAPP), Assoc. Prof. DSc V. Koutev (FU), Prof. Dr. M. Grozeva (FI), T. Dimitrova (MEW)

Techn. Secretaries: assist. Prof. Dr N. Andreeva, Assist. Prof. Dr. I. Nikova, Assist. Prof. Dr. M. Nenov, T. Popova, L. Lubenov.
Scientific excursion: Assoc. Prof. Dr. T. Shishkov, Assist. Prof, Dr. B. Christov, Assist. Prof. Dr V. Kolchakov

SCIENTIFIC COMMITTEE
Chairman: Prof. DSc N. Dinev
Members: Prof. DSc I. Atanassov, Prof. DSc N. Bogatsevska, Prof. DSc I. Varlev, Assoc. Prof. N. Gadzhalska, Prof. Dr M. Grozeva, Assoc. Prof Dr A. Daskalova, Prof. Dr R. Dilkova, Assoc. Prof Dr V. Krasteva, Assoc. Prof. DSc L. Malinova, Prof. DSC I. Marinov, Prof. DSc. D. Slavov, Prof. Dr D. Stoicheva (Bulgaria), Prof. W. Blum (Austria), Prof. R. Horn (Germany), Prof. G. Josefaciuk (Poland), Prof. E. Micheli (Hungary), Prof. O. Oenema (Netherlands), Dr. P. Panagos (Italy), Prof. L. Pereira (Portugal), Prof. E. Shein (Russia), Prof. C. Simota (Romania), Prof. C. Tsadilas (Greece), Prof. J. van den Akker (Netherlands), Prof. P. Zdruli (Italy)

Copyright © 2015 by ISSAPP “Nikola Pushkarov”. All rights reserved

СЪДЪРЖАНИЕ **CONTENT**

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ	**PLENARY SESSION**	
Blum W., Schiefer J., Lair G.J. European land resources for the sustainable intensification of agriculture	**Blum W., Schiefer J., Lair G.J.** European land resources for the sustainable intensification of agriculture	**13**
Русева С. Почвата и климатичните промени	**Rousseva S.** Soil and climate change	**18**
Теохаров, М. Поземлените ресурси на България - проблеми и перспективи	**Teoharov M.** Bulgarian land resources - problems and perspectives	**26**
НАПРАВЛЕНИЕ 1. НОВИ ЗНАНИЯ ЗА ПОЧВИТЕ. ПРОИЗХОД, ДИАГНОСТИКА И КЛАСИФИКАЦИЯ	**SESSION 1. MODERN KNOWLEDGE OF SOILS. GENESIS, DIAGNOSTICS AND CLASSIFICATION**	
Филчева Е., Л. Малинова. Състав на почвеното органично вещество в *Eutric Cambisols* развита върху мрамор	**Filcheva E., L. Malinova**. Composition of Soil Organic Matter in Eutric Cambisols Developed on Marble	**35**
Христов Б., Шишков Т., П. Иванов, Г.Петкова, К. Недялкова, В. Качова, Е. Атанасова, И. Атанасова. Оценка на основни химични и физикохимични характеристики на почви и субстрати в района на Пернишкия въгледобивен басейн	**Hristov B., T. Shishkov, V. Katchova, E. Atanassova, I. Atanassova.** Basic Chemical and Physico-Chemical Characteristics Soils and Substrates in the Region Pernik Coal Mine Basin	**40**
Керчева М. Съвременни подходи за оценка на структурните характеристики на почвите чрез кривите на водозадържането	**Kercheva M.** Recent development in soil structure characterization via water retention curves	**46**
Любенова И., В.Кръстева. Бонитировка и категоризация на земеделските земи стипични черноземи, средно мощни, средно песъкливо-глинести в землището на село Трайково, Община Лом	**Lyubenova Iv., V. Krasteva.** Land evaluation and categorization of the agricultural lands covered with typical chernozems, with average depth, with average sand and clay content on the lands belonging to the traikovo village, lom municipality	**54**
Marinova S., C. Aydinalp. Genesis and characteristics of the terra rossas developed on different physiographic position in northwestern Turkey and their classification	**Marinova S., C. Aydinalp.** Genesis and characteristics of the terra rossas developed on different physiographic position in northwestern Turkey and their classification	**61**
Петкова Зд., Т.Шишков, Р. Сечкова. Физикохимична характеристика и сорбционни свойства на основни типове почви	**Petkova Zd., T. Shishkov, R. Sechkova**, Physicochemical Characteristic and Sorption Properties of Main Soil Types	**67**
Шишков Т., М. Джокова. Реконструкция на реликтовите условия на палео-валежи в генезиса на смолници и излужен тежък чернозем	**Shishkov T., M. Jokova.** Reconstruction of paleoprecipitation in the ancient record in genesis of Smolnitza and clayey Chernozem	**79**

Теохаров М., Т. Шишков, Г. Димитров, Р. Сечкова. Особености на почвения адсорбент и обменните сорбционни свойства на почви с червена хрома от софийската котловина.	**Teoharov M., T. Shishkov, G. Dimitrov, R. Sechkova.** Characteristics of the soil adsorbent and exchange sorption properties of soils with red chromium from Sofia valley	**86**
Йорданова Ив, Д. Станева, Л. Мишева. Усвояване на естествени радионуклиди в зърнени култури от почви замърсени вследствие антропогенната дейност	**Yordanova Iv., D. Staneva, L. Misheva**. Assimilation of natural radionuclides in grain crops from soils contaminated as a result of antropogenic activities	**96**
Йорданова Ив., Д. Станева, Лидия Мишева. Резултати от радиологичния мониторинг на почвите в България за периода 2011-2014	**Yordanova Iv., D. Staneva, L. Misheva.** Results of the radiologic monitoring of bulgarian soils for the period 2011-2014	**102**
НАПРАВЛЕНИЕ 2. ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ И АГРОТЕХНОЛОГИИ ЗА УСТОЙЧИВА ОКОЛНА СРЕДА	**SESSION 2. LAND USE AND AGROTECHNOLOGY SOR SUSTAINABLE ENVIRONMENT**	
Върлев И. Установяване на оптималната азотна торова норма	**Varlev Iv..** Establishing the optimal nitrogen fertilizer rate	**108**
Димитров Ст. Сравнително изпитване на американски хибриди царевица за БСК	**Dimitrov St.** Comparative study of American corn hybrids for BIA	**114**
Димитров Ст. Изпитване на американски хибриди царевица за РХС	**Dimitrov St.** Testing of American corn hybrids for DHS	**121**
Динев Н., В.Василева, И. Митова. Влияние на сорта и калиевото торене върху биохимични показатели на качеството на домати	**Dinev N., V. Vassileva, I. Mitova.** Effect of variety and potassium fertilization on biochemical parameters if tomato quality	**126**
Гаджалска Н., В. Петрова-Браничева, Т. Ташев. Баланс на хранителните елементи при отглеждане на главесто зеле при използване на органоминерален тор	**Gadjalska N., I. Valchovski, Y. Enakiev.** Balance of nutrients in breeding of head cabbages using organic fertilizer	**131**
Гаджалска Н., В. Петрова-Браничева, Т. Ташев. Моделни екологосъобразни схеми за напояване чрез прилагане на водоспестяващи технологии при отглеждане на интензивни земеделски култури	**Gadjalska N., V.Petrova-Branicheva, T. Tashev.** Model irrigation schemes by application of water-saving technologies in intensive crop farming	**138**
Герасимова И., Т.Митова, И. Димитров. Плодородие на почвата в условията на биологично земеделие при прилагане на система от агротехнически решения	**Gerasimova I., T. Mitova, Iv. Dimitrov**. Soil fertillity in terms of organic farming in applying a system of agrotechnical decisions	**144**
Kachova V., R. Mosquera. Agroforestry in Bulgaria and opportunities for development as a method of land use	**Kachova V., R. Mosquera.** Agroforestry in Bulgaria and opportunities for development as a method of land use	**151**
Кутев В., Е. Марков, М. Стоянова. Оценка на актуалното съдържание на достъпните форми на NPK на почви от ферми в Източна България	**Koutev V., E. Markov, M. Stoyanova**. Evaluation of the actual content of available forms of soil NPK of farms in Eastern Bulgaria	**157**

Кутев В., М. Стоянова. Подход за определяне на гранични стойности на достъпните форми на NPK в почвите за нуждите на моделите за торене	**Koutev V., M. Stoyanova**. Approach to the threshold values of available forms 96of npk in soil for the purposes of fertilization models	**163**
Кръстева В., В. Стефанова, М. Мотева, З. Митрева. Агроекологичен потенциал на земеделските земи на община павел баня за отглеждане на маслодайна роза (*Roza Damascena*)	**Krasteva V., V. Stefanova, M. Moteva, Z. Mitreva.** Agroecological potential of the agricultural land in the area of pavel banya municipality for growing Rosa Damascena	**169**
Кръстева В., З. Митрева, В. Колчаков, В. Панков. Методика за бонитетна оценка на почвените условия за орехи (*Juglans regia*)	**Krasteva V., Z. Mitreva, V. Koltchakov, V. Pankov**. Methods for evaluation of the soil proterties in accordance with the requirement of the walnut (Juglans Regia)	**176**
Митова Ив., П. Александрова, Д. Стойчева. Растежни прояви и добив от домати - късно полско производство	**Mitova I., P.Alexandrova, D.Stoicheva**. Growth events and yield from tomatoes – late field production	**182**
Мотева М., В. Казанджиев, В. Георгиева, Ив. Шимунич. Пространствени характеристики на еталонната евапотранспирация през последните десетилетия в България	**Moteva M., V. Kazandjiev, V. Georgieva, I. Simunic**. Reference evatranspiraion in the recent decades in Bulgaria	**189**
Недялкова К., Р. Донкова, Ив. Димитров. Микробиологичен статус на канелени почви при различна агротехника	**Nedyalkova Kostadinka , R. Donkova, Iv. Dimitrov** Microbiological status of Chromic Luvisols under different management practices	**196**
Ненов М., И.Димитров, Д. Николова, Росица Тончева. Система от агротехнически решения за подобряване физичната характеристика на излужена канелена горска почва (WRBSR, 2006)	**Nenov M., I. Dimitrov, D. Nikolova, R. Toncheva.** A system of agrotechnical solutions to improve the physical characteristics of Chromic Luvisols (WRBSR, 2006)	**202**
Ненов М., И. Димитров, Д. Николова, Р. Тончева, Ст. Стратиева. Плодородие на излужена смолница в зависимост от приложения агротехнически комплекс	**Nenov M., I. Dimitrov, D. Nikolova, R. Toncheva, S. Stratieva.** Fertility of Haplic Vertisols (WRBSR, 2006) depending on the applied agrotechnical complex	**208**
Ouabel Habib, Gacemi Abdelhamid, Benkhalifa Mohamed. The dynamics of physical phenomena and chemicals in the high plateaus: the case of the province of Algeria Mostaganem (soil, water, erosion, pollution)„	**Ouabel Habib, Gacemi Abdelhamid, Benkhalifa Mohamed**. The dynamics of physical phenomena and chemicals in the high plateaus: the case of the province of Algeria Mostaganem (soil, water, erosion, pollution)„	**214**
Paschalidis Ch., Kavvadias V., Chouliaras I., Dalamagas V., Paschalidis D., Sinioros P., Sotiropoulos S., Petropoulos D. Greek agriculture and soil resources	**Paschalidis Ch., Kavvadias V., Chouliaras I., Dalamagas V., Paschalidis D., Sinioros P., Sotiropoulos S., Petropoulos D.** Greek agriculture and soil resources	**223**
Paschalidis Ch., Kavvadias V., Chouliaras I., Dalamagas V., Paschalidis D., Sinioros P., Sotiropoulos S., Petropoulos D. National problem: confront of soil erosion in Greece.	**Paschalidis Ch., Kavvadias V., Chouliaras I., Dalamagas V., Paschalidis D., Sinioros P., Sotiropoulos S., Petropoulos D.** National problem: confront of soil erosion in Greece.	**226**

Петкова З., К. Недялкова, Р. Донкова. Сравнително изпитване на различни норми компост и минерални торове при зелен фасул *(Phaseolus Vulgaris L.)*	**Petkova Z., K. Nedyalkova, R. Donkova.** Comparative study of different compost and fertilizer rates on green benas (*Phaseolus Vulgaris L.)*	**231**
Садовски Ал. Анализ на асиметрията при сеитбообръщенията	**Sadovski Al.** Asymmetry analysis of crop rotation	**237**
Станислав Ст. Технология за механизирано производство и прибиране на сусам на големи равнинни площи	**Stamatov St.** Technology for mechanized production and harvesting of sesame large lowland areas	**244**
Трендафилов К., В. Вълчева, Р. Попова, С. Тодорова, М. Алмалиев. Динамика на придвижване на микронизирания варовик, използван като химичен мелиорант за неутрализиране на вредната киселинност по профила на делувиални почви	**Trendafilov K., V. Valcheva, R. Popova, S. Todorova, M. Almaliev.** Dynamics of movement of micronized limestone, used as chemical meliorant for neutralization of the harmful acidity in the profile of Eutric Fluvisols	**250**
Вълчева В., К. Трендафилов, С. Тодорова, М. Алмалиев. Влияние на варуването с различни форми на калция върху съдържанието на калций и магнезий в листата на винени сортове лози	**Valcheva V.,Trendafilov K., S. Todorova, M. Almaliev.** Influence of liming with various forms of calcium on the content of calcium and magnesium in the leaves of wine grape varieties	**257**
Василева В., Н. Динев, И. Митова. Влияние на калиевото торене и сортовите особености върху общия добив от домати, отглеждани при различни производствени направления	**Vasileva V., N. Dinev, Iv. Mitova.** The effect of production, cultivars and potassium fertilization type on tomato fruit yield	**264**
Златарева Ел., К. Аудинали, Св. Маринова. Химични промени в почвата при установяване на сравнителния ефект от използване на утайки и птичи тор като почвени подобрители	**Zlatareva El., C. Aydinalp, Sv.Marinova**. Chemical changes in soil for the establishment comparative effect of using sludge and manure as a soil improver	**271**
Златарева Ел., В. Георгиева, Св. Маринова, В. Петрова. Обеззаразяване на утайки от псов чрез използване на варови материали	**Zlatareva El., V. Georgieva, Sv. Marinova, V. Petrova**. Decontamination of sewage sludge using lime materials	**277**
НАПРАВЛЕНИЕ 3. УСТОЙЧИВО УПРАВЛЕНИЕ НА ПОЧВЕНИТЕ И ВОДНИТЕ РЕСУРСИ	**SESSION 3. SUSTAINABLE MANAGEMENT OF SOIL AND WATER RESOURCES**	
Симеонова Ц., И. Димитров, П. Александрова, Д. Стойчева, Л. Ненова. Последействие на минералното торене върху добива от зърно при изравнителни посеви от ръж и пшеница отглеждани на алувиално-ливадна почва	**Simeonova Ts., I.Dimitrov, P. Alexandrova, D. Stoicheva, Luyba Nenova.** After effect of mineral fertilization on the yield of grain in countervailing crops of rye and wheat grown on Fluvisols	**284**
Симеонова Ц., Л. Ненова, М. Бенкова, Д. Стойчева, И. Димитров, П. Александрова. Качество на повърхностни и подземни води при различно земеползване в зони с екологични ограничения	**Simeonova Ts., L. Nenova, M. Benkova, D. Stoicheva, I. Dimitrov, P. Alexandrova.** Quality of surface and ground water under different land use in areas with environmental restrictions	**290**

Briak H., R. Moussadek, A. Derradji, K. Aboumaria, R. Mrabet. Impact of land cover on water erosion in the Kalaya basin (Northern Morocco) **297**

Cakir R., A. Gidirislioglu, U. Cebi. Evaluation of removing efficiency of constracted subsurface horizontal flow wetland used for purification of domestic waste waters **301**

Cakir R., U. Cebi, H. Tok. Groundwater pollution due to trifluralin herbicide widely used in Thrace region of Turkey **310**

Димитров П., Г. Кунчева. Почвозащитна ефективност на усъвършенствани технологии за минимална и нетрадиционна обработка на почвата при отглеждане на царевица за зърно на наклонени терени. **Dimitrov P., G. Kuncheva.** Soil protection efficiency of advanced technologies and unconventional minimum tillage when growing corn for grain slopes **318**

Донкова Р., А. Димитрова, Г. Петкова, К. Недялкова, И. Малинов, Хр. Джоджов. Микробиологична характеристика на ерозирани почви от Софийска област **Donkova R., A. Dimitrova, G. Petkova, K. Nedyalkova, I. Malinov, Ch. Djodjov.** Microbiological characteristic of eroded soils from sofia region **325**

Донкова Р., Н. Динев, А.Кацарова. Микробиологична активност при ремедиация на тежкометално замърсени почви **Donkova R., N. Dinev, A. Katsarova.** Microbiological activity in remediated heavy metal polluted soils **331**

Филчева Е., Р. Илиева, К. Чакалов, Т. Попова,В. Савов, М. Христова, М. Алмалиев. Характеристика на хумусни системи на естествени и изкуствени подобрители на почвата **Filcheva E., R. Ilieva, K. Chakalov, T. Popova, V. Savov, M. Hristova, M. Almatiev** Characterization of humic system in fertilizer row materials **337**

Гаджев Р. Аналитична зависимост за енергиен показател за енергоразход в напорната мрежа за напояване **Gadjev R.** Analytical dependency of energy feature for energy consumption of pipenet for irrigation **344**

Георгиев Д., Й. Геренски. Някои аспекти при проектирането на капкови напоителни системи със саморегулиращи се капкообразуватели **Georgiev D., Y. Gerinski.** Certain aspects of the designing process of drip irrigation systems with self-compensating drippers **351**

Георгиев Д., Й. Геренски. Изследване на разхода на енергия и навлажнената площ при капкообразуватели с различен дебит **Georgiev D. , Y. Gerinski.** Study of the energy consumption and the wetted area using drippers with different flow rate **357**

Георгиева В., В. Казанджиев. Почвено засушаване – степени и условия за възникване **Georgieva V., V. Kazandjiev.** Soil drought – degree and conditions to rise **364**

Илиева Д., Ил. Малинов. Определяне и картографиране на ерозионността на дъждовете на територията на НП „Централен Балкан“	**Ilieva D., Il. Malinov**. Rainfall erosivity estimation and mapping on the territory of National park „Central Balkan“	**371**
Иванова М., Попова З., П. Паредес, Р. Роса, Л. Перейра. Приложение на модела SIMdualkc за царевица при условията на Смолница в Софийско поле – калибровка и валидация.	**Ivanova M., Z. Popova, P. Paredes, R. Rosa, L. Pereira.** Simdualkc model application to maize on a vertisol soil in sofia field - calibration and validation	**378**
Казанджиев В., Ж. Гагова, В. Георгиева. Калибриране на данни за влажност на почвата от автоматични метеорологични станции “Davis” с данни от измервания по гравиметричен метод	**Kazandjiev V., Zh. Gagova, V. Georgieva.** Calibration of soil moisture data from Davies automatic meteorological stations with data by gravimetric measurements	**389**
Казанджиев В., В. Георгиева, М. Мотева. Динамика на някои агроклиматични индекси през периода 1990-2010 г. на територията на България	**Kazandjiev V., Zh. Gagova, M. Moteva.** Dynamics of some agro climatic indices during 1990-2010 in the territory of Bulgaria	**395**
Кунчева Г., П. Димитров. Влияние на усъвършенствани противоерозионни технологии върху някои физични свойства на почвата, хумусни показатели и микробиологична активност, при отглеждане на царевица на наклонени терени	**Kuncheva G., P. Dimitrov.** Impact of advanced technologies on some physical properties of soil, humic substances and microbiological activity in maize growing on slope areas	**401**
Lăcătușu R., R. Căpățână, A. Lăcătușu. Composite compost produced from organic waste	**Lăcătușu R., R. Căpățână, A. Lăcătușu.** Composite compost produced from organic waste	**409**
Leah T. Quality status of soil and water resources of moldova and their sustainable management	**Leah T.** Quality status of soil and water resources of moldova and their sustainable management	**415**
Leah T. Restoration of degraded soils properties by phytotechnical methods in conditions of Moldova	**Leah T.** Restoration of degraded soils properties by phytotechnical methods in conditions of Moldova	**421**
Лозанова Л., Св. Русева, М. Митова, Д. Илиева, А. Степчич. Влияние на характеристиките на дъжда, наклона на склона и растителната покривка върху ерозионните процеси при карбонатен чернозем. I. Повърхностен отток	**Lozanova L., Sv. Rousseva, M. Mitova, D. Ilieva, A. Stepchich.** Influence of the rainfall characteristics, the slope gradient and the vegetation cover on the erosion processes at Haplic Kastanozem. I. Surface runoff	**426**
Лозанова Л., Св. Русева, М. Митова, Д. Илиева, А. Степчич. Влияние на характеристиките на дъжда, наклона на склона и растителната покривка върху ерозионните процеси при карбонатен чернозем. II. Почвени загуби	**Lozanova L., Sv. Rousseva, M. Mitova, D. Ilieva, Av. Stepchich.** Influence of the rainfall characteristics, the slope gradient and the vegetation cover on the erosion processes at Haplic Kastanozem. Ii. Soil loss	**432**
Malinov Il., D. Ilieva – Определяне и картографиране на С- Фактор и действителния ерозионен риск от плоскостна водна ерозия в НП„Централен Балкан”	**Malinov Il., D. Ilieva –** Estimating and mapping C-Factor and accrual sheet water erosion risk in NP “Central Balkan”	**436**
Малинов И., Д. Илиева, М. Митова, А. Степчич. Сравнителен анализ на резултати от измерване на ерозионни бразди	**Malinov Il., D. Ilieva, M. Mitova, Av. Stepchich.** Comparative analysis of results of rills measurements	**443**

Маринова Св., Р. Димитрова, В. Колчаков, Е. Златарева. Здравно-екологична оценка на утайките от ПСОВ Благоевград и Разлог и възможности за използването им в практиката.	**Marinova Sv., R. Dimitrova, V. Kolchakov, E. Zlatareva.** Health environmental assessment sewage sludge Blagoevgrad and Razlog and feasibility in practice	**450**
Митова М., С. Русева. Оптимизиране на противоерозионни мерки и методи за територията на община крушари област Добрич	**Mitova M., Sv. Rousseva.** Optimisation of soil erosion control measures and methods for the territory of Krushari community, Dobrich district	**456**
Некова Д., В. Стойнова. Оценка на пригодността на обработваемите земи във водосборите на реките Огоста Запад, Огоста и Долен Искър за ефективно противоерозионно ползване и тяхната противоерозионна защита.	**Nekova D., Stoinova,V.** Assessing of the suitability of arable land in the watershed of rivers in the catchment Bulgarian part of Danube (r. Ogosta west, r. Ogosta and r. Dolen Iskar) for their efficient use and erosion control	**463**
Некова Д., В. Стойнова. Оценка на пригодността на обработваемите земи във водосборите на реките Вит, Осъм и Янтра за ефективно противоерозионно ползване и тяхната противоерозионна защита	**Nekova Diana, Stoinova V**. Assessing of the suitability of arable land in the watershed of rivers Vit, Osam and Yantra for their efficient use and erosion control	**470**
Ненова Л., И. Атанасова, Ц. Симеонова, Е. Атанасова, М. Теохаров. Подвижност и биодостъпност на тежки метали на фона на високи нива добавена мед в техногенно повлияни почви.	**Nenova L., I. Atanassova, Ts. Simeonova, E. Atanassova, M. Teoharov.** Mobility and bioavailability of heavy metals after the addition of high levels of cu on the anthropogenic affected soils	**478**
Paschalidis Ch., Alexopoulos A., Kavvadias V., Chouliaras I., Koriki A., Sotiropoulos S.Ioannou Z. Effect of nitrogen fertilization and different soil moisture levels on growth and yield of broccoli (*Brassica Oleracea var. Italica*)	**Paschalidis Ch., Alexopoulos A., Kavvadias V., Chouliaras I., Koriki A., Sotiropoulos S.Ioannou Z.** Effect of nitrogen fertilization and different soil moisture levels on growth and yield of broccoli (*Brassica Oleracea var. Italica*)	**485**
Петкова Г., Е. Джонова, Г. Стоименов. Влияние на внасянето на биовъглен върху почвената микрофлора при отглеждане на пшеница и царевица.	**Petkova G., Ef. Djonova, G. Stoimenov.** Effect of biochar addition on the soil microflora in wheat and maize cultivation	**490**
Петкова Г., Р. Донкова. Влияние на кадмия върху микробиологичната активност на типичен чернозем.	**Petkova G., R. Donkova.** Effect of cadmium on microbiological activity of calcareous Chernozem	**496**
Попова З., М. Иванова. Въздействие на климата и характеристиките на почвата върху добивите и напоителните норми на царевица в района на Пловдив	**Popova Z., M. Ivanova.** Impact of climate uncertainties and soil characteristics on maize yield and irrigation requirements in Plovdiv region	**502**
Стойнов Ст., М. Керчева. Влияние на фенологични, агротехнически и почвено-климатични фактори върху енергийния еквивалент на селскостопански култури	**Stoinov St., M. Kercheva.** Influence of phenological, technological and environmental factors on energy of agricultural crops	**511**

Стойнова В., Ил. Малинов, Св. Русева. Категоризиране на земите по пригодност за стопанско и противоерозионно ползване.	**Stoynova V., I. Malinov, Sv. Rousseva.** Categorizing the land capability for agricultural and supporting erosion preventive land use.	**518**
Величкова Н., И. Атанасова, О. Велева, Е. Пенчева. Възможности на оптичната емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма (ОЕС-ИСП) при определяне на следи от елементи в проби от околната среда	**Velitchkova N., Ir. Atanassova, O.Veleva, El. Pentcheva.** Posibilities of inductively coupled plasma optical emmission spectrometry (ICP-OES) in the determination of trace elements in environmental samples	**525**
НАПРАВЛЕНИЕ 4. ПОЧВЕНО И РАСТИТЕЛНО ЗДРАВЕ ПРИ КЛИМАТИЧНИ ПРОМЕНИ	**SESSION 4. SOIL AND PLANT HEALTH UNDER CLIMATE CHANGE**	
Dikova B., E. Balacheva, B. Atanassova. Study of tolerance to tomato spotted wilt virus in tomato genotypes differing in anthocyanins content in their leaves	**Dikova B., E. Balacheva, B. Atanassova.** Study of tolerance to tomato spotted wilt virus in tomato genotypes differing in anthocyanins content in their leaves	**532**
Драганова Сл., Я. Найденов, Вл. Владимиров, В. Роснева, Р. Бечева. Ентомопатогени в популации на гъботворката (*Lymantria Dispar L., Lepidoptera: Erebidae*) в Северозападна България	**Draganova S., Y. Naydenov, V. Vladimirov, V. Rosneva, R. Becheva.** Entomopathogens in the gypsy moth populations (*Lymantria Dispar L., Lepidoptera*) in Northwestern Bulgaria	**539**
Петров Н., М. Стоянова, R. Verma, R. Mishra, C. Nehra, R. Gaur. Идентификация на консервативни региони от генома на картофения вирус у като мишени за регулация на генната експресия чрез генно мълчание	**Petrov N., M. Stoyanova, R. Verma, R. Mishra, C. Nehra, R. Gaur.** Identification of conserved regions from pvy genome as targets for regulation of gene expression by gene silencing	**545**
Петров Н., С. Манева, Д. Крежова. Диагностика на инфекции от картофеният вирус Y по картофи чрез дистанционен метод, регистриращ колебания в спектъра на отражение	**Petrov N., S. Maneva, D. Krezhova.** Diagnostics of viral infections in potatoes by remote sensing method, registering variations in the reflection spectrum	**551**
Стаматов Ст. Фузариум по фъстъците, методи за борба.	**Stamatov St**. Fusarium in peanuts methods to combat.	**557**
НАПРАВЛЕНИЕ 5. СЪВРЕМЕННИ ПОЛИТИКИ ЗА ПОЧВИТЕ И ВОДИТЕ	**SESSION 5. MODERN POLICIES FOR SOILS AND WATERS**	
Briak H., A. Hamim, R. Moussadek, K. Aboumaria, R. Mrabet. Rationalizing the use of nitrogenous nutrients and phosphor-potassium on the cultivation of the potato in the Loukkos, Morocco	**Briak H., A. Hamim, R. Moussadek, K. Aboumaria, R. Mrabet.** Rationalizing the use of nitrogenous nutrients and phosphor-potassium on the cultivation of the potato in the Loukkos, Morocco	**564**
Гигова А., М. Митова, Т. Митова, В. Георгиева, В. Танаскович. Динамика на водния запас на излужена канелена горска почва при зимна маслодайна рапица.	**Gigova A., M. Moteva, T. Mitova, V. Georgieva, V. Kazandjiev, V. Tanaskovik**. Changes in soil water content of leached Chromic Luvisols in a Canola field	**568**
Himmelbauer M., P. Scholl, W. Loiskandl. Low-cost experimental system for assessing root architecture	**Himmelbauer M., P. Scholl, W. Loiskandl.** Low-cost experimental system for assessing root architecture	**575**

НАПРАВЛЕНИЕ 6. МЛАДИ УЧЕНИ В ПОЧВОЗНАНИЕТО И ЕКОЛОГИЯТА

SESSION 6. YOUNG RESEARCHERS IN SOIL SCIENCE AND ECOLOGY

Андреева Н., В. Цолова, М. Харизанова. Уязвимост на някои почви в България към химична деградация	**Andreeva N., V. Tsolova, M. Harizanova.** Vulnerability of some soil type from Bulgaria to chemical degradation	**582**
Димитров Е., М. Керчева. Влажност на завяхване на основни почвени типове в България	**Dimitrov E., M. Kercheva.** Wilting points of main soil types in Bulgaria	**589**
Герасимова И., М. Иванов, Ц. Симеонова. Агропроизводствени характеристики на основни почвени типове в България в научна експедиция по проект BG051PO001-3.3.06-0042	**Gerasimova I., M. Ivanov, C. Simeonova.** Agroproduction characteristices of the main soils types in Bulgaria taxonomyin in youth scientific fieldtrip (BG051PO001-3.3.06-0042 project)	**596**
Христов Б., И. Илиев, Г. Димитров, И. Кирилов. Приложение на почвените класификации WRB и Soil Taxonomy в научна експедиция по проект BG051PO001-3.3.06-0042	**Hristov B., I. Iliev, G. Dimitrov, I. Kirilov.** Application of soil classifications WRB and soil taxonomy in youth scientific fieldtrip (BG051PO001-3.3.06-0042 project)	**605**
Колчаков В., В. Кръстева, В. Панков. Бонитировка на земеделска земя със силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва, глеевидна от района на село баня, област Бургас.	**Kolchakov V., V. Krasteva, V. Pankov.** Land evaluation of agricultural land with strong to weak podzolized leached (lessive) cinnamon forest soils from the region of village Bania, province of Burgas	**616**
Любенова И., Р. Илиева. Диагностика на водещи почвени процеси при Вертисоли по морфологични признаци	**Lyubenova I., R. Ilieva.** Morphological diagnostic of main soil processes in Vertisols	**624**
Митова М., Д. Илиева, А. Степчич. Оценки за податливостта към ерозиране на основните почвени типове в България	**Mitova M., D. Ilieva, Av. Stepchich.** Soil erodibility assessments for main types of soils in Bulgaria	**631**
Перфанова Й., Хр. Вълчовски, В. Петрова. Разпространение на почвени микроорганизми в северна и южна България	**Perfanova Y., H. Valchovski, V. Petrova.** Distribution of soil microorganisms in South and North Bulgaria	**636**

EUROPEAN LAND RESOURCES FOR THE SUSTAINABLE INTENSIFICATION OF AGRICULTURE

Winfried E. H. Blum[1], Jasmin Schiefer[1], Georg J. Lair[1, 2]
[1]*Institute of Soil Research, University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU) Vienna, Peter Jordan-Straße 82a, 1190 Vienna, Austria*
[2]*Institute of Ecology, University of Innsbruck, Sternwartestraße 15, 6020 Innsbruck, Austria*

Abstract

Based on 3 large European sets of soil and land data 6 land indicators for soil resilience and soil performance were chosen for defining land and soil surfaces in Europe, on which sustainable agricultural production can be achieved and under which conditions. In this context also desintensification on specific areas was proposed in order to achieve sustainability and environmentally safe conditions. On this basis data for 25 states of the EU 28 could be established.

Key words: agricultural intensification, sustainability, soil and land indicators, soil resilience, soil performance, Europe.

Introduction and definition of the aims

By 2050, the world population will reach more than 9 billion according to actual UN projections (Alexandratos and Bruinsma, 2012). Besides the growth of population, higher per-capita income, and increasing demand for meat/ fish and dairy products, the total demand for food will increase (Godfray et al., 2010). The "green revolution" starting in the 1960s allowed an enormous increase of yield in the past 40 years mainly due to greater inputs of fertilizers, irrigation, new crop strains, agricultural machineries and other technologies (Tilman et al., 2002). However, studies show that the increase of yields at the current state would not meet the future demand for food (Ray et al., 2013). To meet the needs of agricultural products by 2050, further intensification of food production will be necessary. It has to be considered, that high input production needs more energy, fertilizer and irrigation. This has adverse effects on soil and environmental quality such as biodiversity, groundwater and surface water quality, and air due to greenhouse gas emissions.

An agricultural production, where "yields are increased without adverse environmental impact and without the cultivation of more land", is defined as "Sustainable intensification" SI (The Royal Society London, 2009). This form of production combines energy flows, nutrient cycling, population-regulating mechanisms, and system resilience to intensify existing arable land without harm to the environment or other economic or social factors (Pretty, 2008) .

As food security is intimately related with soil security and sustainable agriculture (The Royal Society London, 2009), the resilience (the capacity of systems to return to a (new) equilibrium after disturbance) and performance (the capacity of systems to produce over long periods) of soil under intensification must be considered (see also Blum and Eswaran, 2004).

Soils perform environmental, social, and economic functions (Blum, 2005): (1) biomass production for different uses; (2) buffering, filtering, biochemical transformation; (3) gene reservoir; (4) physical basis for human infrastructure; (5) source of raw materials and (6) geogenic and cultural heritage. Sustainable land use has to harmonize the use of these six soil

functions in space and time, minimizing irreversible uses like sealing, excavation, sedimentation, acidification, contamination or pollution, and salinization (Blum, 2005).

To define the capacity of soil systems to provide goods and services for a long term, indicators have been chosen which are comprehensive enough to characterize the intrinsic potential of soils to level out or to reduce negative impacts of agricultural intensification. Fertile soils with specific characteristics have a high resilience against physical, chemical and biological disturbances such as erosion, compaction, contamination of air, plants and water, and against loss of biodiversity. They can therefore protect the groundwater against contamination, maintain biodiversity and reduce or minimize erosion and compaction. Soils with these characteristics also show a high performance and can produce a maximum of agricultural commodities if managed accordingly.

The main objective of this work was to identify the most important soil intrinsic parameters (indicators), which determine soil resilience and performance according to the ecological functions of soil.

Material and Methods

The suitability for SI is based on intrinsic soil quality parameters such as 'resilience' against adverse ecological impact and 'performance' in the sense of long lasting productivity and was defined with 6 soil parameters (= indicators). The indicators presented in Table 1 were chosen based on available literature and expert knowledge. They were scored according to defined threshold levels in terms of poor (1), medium (2), good (3) and in some cases excellent (4) conditions.

Table 1. Indicators and their threshold levels for evaluating the potential of arable land for sustainable intensification

	Excellent	***Good***	***Medium***	***Poor***	***Unit***
SOC %	≥ 4	2 – 4	1 – 2	≤ 1	%
Clay + Silt	≥ 50	35 – 50	15 – 35	≤ 15	%
pH		6.5 – 7.5	5.5 – 6.5; 7.5 – 8.5	≤ 5.5; ≥ 8.5	in H_2O
CEC		>25	10 – 25	≤ 10	cmol/kg
Depth*		≥ 60	30 – 60	≤ 30	cm
Slope**		≤ 8	8 – 15	15 – 25	%

** Estimated according to WRB 2006* (see Schiefer et al., 2015).
*** Sites with slopes >25% were excluded from calculations.*

Data for these indicators have been taken from the Land Use/Land Cover Area Frame Survey 2009 (LUCAS), i.e. soil organic carbon (SOC) content, clay + silt content, soil pH, and cation exchange capacity (CEC), which was carried out in 25 member states, and the European Soil Data Base (ESDB) 2.0 1: 1,000,000 (i.e. slope and depth) provided by IES/JRC European Commission. To exclude sites not under agricultural cropping, a map of arable land

from Corine Land Use Cover (CLC 2000) was used. All analysis was carried out with ArcGIS 10.2.

By summing up all the scores, a minimum value of 6 and a maximum value of 20 (4 points for SOC content as well as for clay + silt content and 3 points for pH, CEC, depth and slope, respectively) could be attributed to a land unit. The total score points were separated into four different categories of SI potential.

Land with lowest quality has only a final score between 6 and 10 (category 1). This means that the soil has intrinsic properties which cannot support environmentally friendly intensification and therefore even extensification is suggested. Land in category 2 can show medium or good conditions (score >10), but one or even more indicators are in a "poor" condition (see table 1) and therefore an intensification is only possible with a high risk. A total score of 11 to 15 represents the medium category 3 where a low potential for SI is given, meaning that intensification should only be done with much caution. Land which can be recommended for SI (category 4) presents soils which can compensate environmental impacts show good agricultural production and have a total score from 16 to 20. This land was recommended for intensive agriculture under the precondition that it is managed in a sustainable way.

This classification scheme was also applied at a local scale in Rutzendorf/Marchfeld in the eastern part of Austria (Figure 1). Data were taken from the soil quality index for cropping which was elaborated by the Austrian Soil Taxation using a very detailed raster for soil sampling (40 - 60 meters).

Results and Discussion

This work is a conceptual approach in order to identify soils with a potential for SI based on existing data. Because of a lack of data, not all arable land could be covered by this study. The results show for an analyzed area of 671.672 km^2 of arable land in Europe, that almost half of it (47%; class 1 + 2) is not suitable for sustainable intensification. Out of this, 4% have such bad intrinsic soil qualities that intensification cannot be considered (class 1). It is recommended to rather de- intensify and a reduce land use intensity in order to avoid environmental. 12% of the area is in medium conditions which means that a sustainable intensification on this land is not possible at the present state. This land should be used with precaution. Intensification without environmental risks can only be implemented at 41% of the analysed land, because this land has a high resilience against negative impacts from intensive agricultural production and showing a high performance at the same time.

The most frequent limiting factor for sustainable intensification is the cation exchange capacity (CEC). Clay content, pH and soil organic carbon (SOC) cause similar constrains in many areas. These soil properties influence each other and are also linked to the CEC.

Portugal, Poland, Greece and Spain are examples for countries with limited soil resources for intensive agriculture. Soils in regions around river basins in general show positive resilience and persistence. It is also found that proportionally seen, agricultural land suitable for SI counts more than 60% in Belgium, Slovak Republic, the United Kingdom, Latvia, the Netherlands and Hungary.

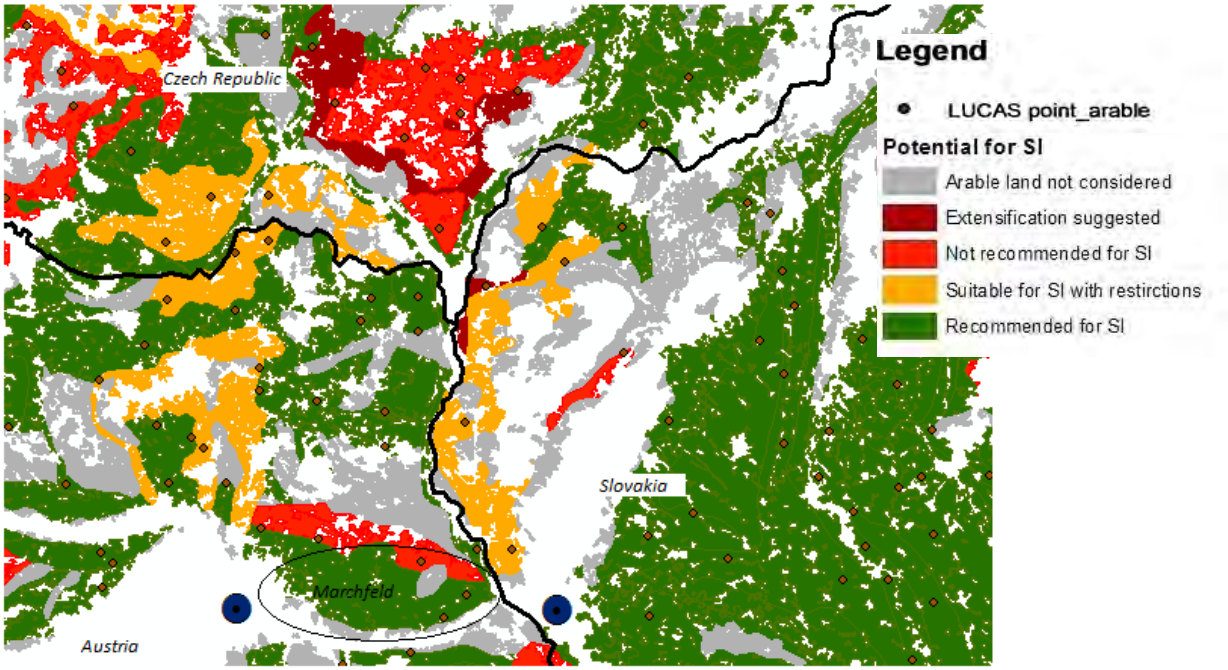


Fig. 1. Land suitability for SI in Austria (Marchfeld), Czech Republic and Slovakia

In general, it must be observed that soils are very in-homogenously distributed and any final decision about SI can only be taken at a local scale. This was shown by a local case study in Rutzendorf/Marchfeld (Austria). In this local case study the classification scheme was applied on an area of 1.56 km^2. The SI classification scheme performed on European scale showed that land in this region can be recommended for SI (Figure 1). However, only two sites were sampled in the LUCAS topsoil survey (2009) in the whole Marchfeld region. According to the land evaluation for SI, almost 63% of the studied area is indicated as land in rather poor conditions (category 2 and 3), where one indicator is out of range. In all cases, low SOC contents according to our classification scheme could cause environmental problems if used intensively.

Applying the SI scheme and indicators on local (Rutzendorf), regional (Germany, see Schiefer et al., 2015), and continental scale (Europe, see RISE, 2014), shows that the indicators and the classification scheme can be used at all scales. Further on it was shown that land recommended for SI is congruent with the best yield potentials. However, soils with only high yield potential cannot always be recommended for SI, because the capacity of "resilience" has to be observed additionally. A spatially expanded LUCAS soil survey also designed for soil mapping purposes could improve the results and would help to analyze more agricultural land.

Conclusions

Based on land and soil indicators it is possible to define cropping areas for agricultural intensification in Europe. However, additional hydrological and climatic data have to be observed, and for any final decisions the local conditions must be carefully checked. – For measuring farm environmental performance further indicators should be included, targeting water resources, biodiversity and the atmosphere.

References

Alexandratos, N. and J. Bruinsma. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO.

Blum, W. E. H. and H. Eswaran. 2004. Soils for Sustaining Global Food Production. Journal of Food Science 69-2, 37-42

Blum, W. E. H. 2005. Functions of Soil for Society and the Environment. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 4, 75-79

Godfray, H. C. J., J. R. Beddington, I. R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S. M. Thomas, C. Toulmin. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. Science 327, 812-818

Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. 363, 447–465.

Ray, D. K., N. D. Mueller, P. C. West, J. A. Foley. 2013. Yield Trends are insufficient to Double Global Crop Production by 2050. PLoS ONE 8, e66428.

RISE. 2014. The sustainable intensification of European agriculture, p. 57-62. The RISE Foundation Brussels, www.risefoundation.eu.

Schiefer, J., G. J. Lair, W. E. H. Blum. 2015. Indicators for the definition of land quality as a basis for the sustainable intensification of agricultural production. International Soil and Water Conservation Research. http://dx.doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.03.003

The Royal Society (London). 2009. Reaping the benefits science and the sustainable intensification of global agriculture. The Royal Society, London.

Tilman, D., K. G. Cassman, P. A. Matson, R. Naylor, S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature 418, 671–677.

ПОЧВАТА И КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ

Светла Русева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

SOIL AND CLIMATE CHANGE

Svetla Rousseva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Soil is one of the main components of environment, which together with air and water makes the planet Earth as we know it. Being a component of the environment, the soil is simultaneously affected by climate change and contributes to it. The report discusses potential changes in the factors of soil formation, directly arising from climate change, which results in: (i) changes in temperature, water and air regimes of soil; (ii) acceleration of the process of humification of organic residues; (iii) increase of potential evapotranspiration; (iv) increased vulnerability to land degradation in the form of erosion - water and wind, compaction, salinization, acidification, loss of biodiversity and reduction of the content of soil organic matter.

***Key words*:** soil, soil threats, climate change

Увод

Почвата притежава редица функции с изключително значение за растенията, животните и хората. Най-очевидната от тях е, че тя осигурява среда за развитието на растенията в дивата природа и отглеждането на земеделски култури. Неоценимо е и значението й за регулиране на кръговрата на водата, филтриране на водата, както и като среда за местообитание на милионите почвени организми. Човекът и екосистемите разчитат на почвата за осигуряването на вода и хранителни вещества за растежа на растенията и съхранението на въглерод. Като компонент на околната среда, почвата е едновременно засегната от климатичните промени и допринася за тях.

Риск и уязвимост за почвата при условията на климатични промени

Изменението на климата (повишаване на температурата, промяна на режима на валежите, наводненията, сушите) и неговото въздействие ще засегнат не само човешкото общество, но също ще повлияят и на начина, по който почвата изпълнява своите функции (EEA, 2009a; EEA 2009b; EEA-JRC-WHO, 2008).

Основните потенциални промени във факторите на почвообразуване, пряко произтичащи от климатичните промени, ще бъдат свързани с ускоряване на процесите на хумификация на органичните остатъци и повишаване на потенциалната евапотранспирация следствие промените в температурния и водно-въздушния режими на почвата (Bazzas and Sombroek, 1996). По-високата концентрация на въглероден диоксид в атмосферата води до увеличаване темповете на растеж и ефективността на водопотребление на посевите и естествената растителност, доколкото други фактори не са ограничаващи. По-високите температурни оптимуми на някои растения, при

увеличени количества въглероден диоксид, подпомагат противодействието им на неблагоприятните ефекти от повишението на температурата, като например повишаване на нощно дишане. Повишената продуктивност обикновено е придружена от повишено количество на растителните остатъци, по-голяма обща коренова маса и коренова ексудация, повишена микоризна колонизация и активност на други ризосферни и почвени микроорганизми, включително симбиотични и коренообитаеми азот-фиксатори. Увеличената микробна и коренова активност в почвата води до по-високо парциално налягане на въглеродния диоксид в почвения въздух и по-високата му активност в почвената вода, следователно – до повишени нива на освобождаване на хранителни елементи за растенията (K, Mg и микроелементи) от изветрителните процеси на почвените минерали. По същия начин, микоризната дейност води до по-добро усвояване на фосфора. Тези ефекти са в синхрон с по-добро усвояване на хранителните вещества от по-интензивно развиващата се коренова система в резултат на по-високата концентрация на въглероден диоксид в атмосферата. Повишена микробна активност, дължаща се на по-високата температура и концентрация на въглероден диоксид води до увличени количества на полизахариди и други стабилизатори на почвената структура. Увеличените количества на растителните остатъци, кореновата маса и съдържанието на органична материя стимулират дейността на почвените макрофауна, включително земни червеи, чиято дейност повишава скоростта на инфилтрация следствие на по-големия брой стабилни биопори. Увеличеният дял на инфилтрационния поток намалява загубата на хранителни вещества от изнасяне с повърхностния отток, но повишава риска от изнасянето им към подпочвените води в периоди с голямо количество валежи. Това се отнася за наличните хранителни вещества в почвата, включително и минерални и органични торове, но не и за тези на почвената повърхност, които се изнасят с повърхностния отток (Bazzas and Sombroek, 1996).

При условията на климатичните промени за нашата страна се очаква повишено изпарение и транспирация на растителността при очакваните по-високи температури, което ще задълбочи водния дефицит през топлия период, освен ако увеличаване на валежните количества не компенсира разликите (Александров, 2010). Отрицателното въздействие на повишаването на температурата върху съдържанието на почвен органичен въглерод може да бъде компенсирано от по-голямото количество растителни остатъци поради по-интензивното развитие на растителноста следствие по-високата фотосинтеза, по-голямата потенциална евапотранспирация и по-високата ефективност на използване на водата във атмосфера с високо съдържание на въглероден диоксид. Така, за разлика от тропичния, субтропичния и бореалния климатични пояси, за умерения пояс най-вероятни са най-малки изменения в почвата, пряко причинени от въздействието на климатичните промени. Леките и вероятно бавни, но много видими промени може да бъдат свързани със “зачервяване” на кафявите в момента почви, където увеличените периоди с високи летни температури съвпадат със сухи условия и железния оксид в хематита би бил по-стабилен от господстващия понастоящем гетит. Тази промяна в минералогията може да намали интензивността и количеството на фосфата фиксация (Buol et al.,1990).

Най-бързите процеси на химическа или минералогична промяна при променящи се външни условия биха били свързани със загуба на соли и хранителни катиони, при увеличено вертикално измиване и засоляване при нетно възходящото движение на водата следствие увеличената евапотранспирация и/или намалено количество валежи. Минералният състав на глината и праховитите фракции като цяло ще се промени малко, дори и в течение на векове. Промените в повърхностните свойства на иловата фракция, обаче, могат да се осъществят много по-бързо, отколкото промените в състава или кристалната структура. Такива повърхностни промени имат доминиращо влияние върху физичните и химични свойства на почвата (Brinkman, 1985, 1990). Промените в повърхностите на глинестите минерали са предизвикани от известен брой процеси на трансформация (Brinkman, 1982), всеки от които може да се ускори или инхибира от промени във външните условия поради климатичните промени.

Повечето почви не са с висока естествена устойчивост при влошаване на физичните условия, като повишена температура или валежи с висока интензивност. Вертисолите, например, имат средна или ниска структурна стабилност и минерални повърхности, главно силициев диоксид, обикновено с малки количества от аморфно покритие. При Планосолите, ако са формирани чрез феролиза, иловата фракция в горните (илувиални) хоризонти, се разлага частично с остатък от аморфен силициев диоксид, но остатъчният смектит или илит се редува със слоеве полимеризиран алуминиев хидроксид, който намалява потенциала на набъбване и свиване и обменния катионен капацитет на иловата фракция. Същевременно, част от свободните железни оксиди бива отмита. Нетният ефект от тези промени обикновено се изразява в намаляване на структурната стабилност (Bazzas and Sombroek, 1996).

В условия на засилен промивен режим е възможно да се установи сравнително бързо вкисляване на почвата след продължителен период на слабо видими промени, например след по-кратък латентен период, ако почвата е били предмет на киселинни дъждове в продължение на няколко десетилетия. Почвата може в действителност да бъде обеднявана на основни катиони в продължителен период от време, но промяна на pH може да започне или да стане по-бърза, след като някои буферни резервоари са почти изчерпани. Такива нелинейни и закъсняващи във времето ефекти са изследвани в контекста на замърсяването на почвите и водите от Stigliani (1988), но могат да се проявят по различни начини в различни моменти при повишаване на температурата или промяна в режима на валежите.

Не само процесите на почвообразуване могат да бъде ускорени при климатичните промени, но също така, макар и в много по-ограничен мащаб, може да бъде променено и самото им естество или посока. Това е възможно в случаи на определени прагови ситуации, където дори и малка промяна във външните условия може да причини голяма, неблагоприятна промяна от един доминиращ почвообразуващ процес към друг (Bazzas and Sombroek, 1996).

Така очертаните рискове за почвата в резултат на климатичните промени водят до повишена уязвимост към почвена деградация под формата на ерозия – водна и ветрова, уплътняване, засоляване, вкисляване, загуба на биоразнообразие и намаляване на съдържанието на почвеното органично вещество (Rousseva, 2006).

Природните условия (релеф, климат и почви), начинът на стопанисване на земята и неефективното прилагане на законодателството определят *ерозията на почвата* като най-сериозна заплаха за почвата в земеделските земи на България. При запазване на сегашния начин на стопанисване на земеделските земи и очертаваща се тенденция към увеличаване на честота на интензивните валежи през зимните месеци и повишаване на годишната ерозионност на дъждовете и вятъра се очертава перспектива към повишаване на интензитета на ерозионните процеси върху почвите от земеделските земи. Необходимо е разработване и прилагане на специализирани програми за опазване на земеделските земи от ерозия с включване на специфични по отношение на почвено-климатичните и топографските условия почвозащитни и оттокорегулиращи мерки.

Въпреки липсата на системни наблюдения, има данни за трайна тенденция към *намаляване на запасите на почвено органично вещество* в обработваемите земи. Намаляването на органичното вещество в почвите в обработваемите земи е свързано главно с изнасянето на повърхностния почвен слой следствие водна и ветрова ерозия, оксидация на органичния въглерод поради висока аерация при интензивни обработки и деградация на почвената структура при уплътняване на почвата. Водната ерозия на почвата контролира запасите от органичен въглерод и разпределението им върху земния ландшафт, с което влияе на кръговрата на въглерода, съдържанието на въглероден диоксид в атмосферата и глобалното затопляне. С разрушаването на почвените агрегати от дъждовните капки, водната ерозия нарушава физическото задържане на органичния въглерод в процеса на агрегиране на почвените частици и освобождава най-слабо свързаните фракции органичен въглерод.

Промените във вида и съотношението на почвената флора и фауна, са свързани както с другите деградационни процеси и промените в ландшафта, които водят до загуба на естествената среда на обитаване на редица биологични видове, така и с изгарянето на стърнищата, което унищожава фауната и флората и нарушава почвеното микробиално равновесие, с което причинява значително намаляване на почвеното плодородие. Климатичните промени ще доведат неминуемо до значителни промени в условията за живот на почвената флора и фауна и съответна загуба на биоразнообразие.

Процесът на *уплътняване на почвата* е свързан с обработката на почвата. Обработваемите земи са засегнати от уплътняване както на орния слой (до 20-25 cm дълбочина), така и на подорния слой (непосредствено под орния слой). За разлика от орния слой, който се разрохква всяка година, уплътняването на подорния слой се акумулира и с течение на времето се формира компактен слой. Екологическото въздействие на уплътняването се изразява в понижената аерация на почвата, свързана с нарушение на водно-въздушния и топлинния баланс в почвата, понижен достъп на кислород до корените, което води до намаляване на плътността на корените и дълбочината на коренообитаемия почвен слой. Уплътняването на почвата води до намаляване и на водопроницаемостта й и на потенциала на повърхностния отток, с което се повишава интензитетът на водно-ерозионните процеси и рискът от наводнения.

Знаем, че изменението на климата ще се отрази на живота, който водим, както и местата, в които живеем. Настоящите инфраструктури, като например сгради и пътища, почти със сигурност ще трябва да се променят, за да отговорят на новите климатични условия. Като цяло, изменението на климата ще има огромно влияние върху функциите, които изпълнява почвата, и следователно това ще окаже голямо влияние върху използване на почвите в бъдеще, което често ще изисква значителни адаптации, за да отговори на променящия се климат.

Уникалният баланс между почвите и климата определя характера и разпределението на природните и полу-естествените екосистеми в света, осигуряване на вода, хранителни вещества и среда за отглеждане на растения. Тъй като промените в климата ще повлияят на способността на почвата да подкрепи настоящите екосистеми, това ще доведе до промени в растителните съобщества, развиващи се в различни части на света.

Ограничаването на почвено-деградационните процеси в земеделските земи е възможно чрез прилагане на добри земеделски практики, включващи комплекс от мерки с почвозащитно и оттокорегулиращо действие за интегрирано опазване на почвите и водите, специфично за дадени почвено-климатични и топографски условия, с цел:

- осигуряване на защитна покривка на почвената повърхност от растителност или растителни остатъци в периодите с висока ерозионност на валежите (особено през есенно-зимния период) и вятъра;
- повишаване на инфилтрационната способност на почвата;
- поддържане и възстановяване на структурата на почвата;
- повишаване на запасите от почвено органично вещество;
- използване на машини и технологии за почвообработки с минимален натиск върху почвената повърхност;
- използване на растителните остатъци от полските сеитбообороти за заораване, брикетиране, изгаряне в специални пещи, като суровина за различни промишлени производства и др., вместо директното им изгаряне на полето;
- премахване на условията за вторично засоляване, като напояване с високоминерализирани подпочвени води, естествено или антропогенно предизвикано влошаване на условията за дрениране на интензивно напояваните терени, неблагоприятна и несъобразена с хидромелиоративните и почвените условия структура на обработваемата площи;
- премахване на условията за антропогенно вкисляване на почвата (повърхностно преовлажняване, небалансирано минерално торене)

Влияние на почвата върху климатичните промени

Важно е да се знае, че почвата е и един от факторите за смекчаване на изменението на климата, тъй като това е вторият по размер, след океаните, въглероден резервоар. Въглеродът се натрупва в почвата предимно чрез растенията, които фиксират въглерода от въглеродния диоксид във въздуха; почвата акумурира въглерода при разлагането на растителните и живоринските остатъци с участието на почвените микроорганизми. Според оценка на Schils et al. (2008) в почвите на ЕС-27 се съхраняват

около 75 милиарда тона въглерод. Запасите от органичен въглерод в еднометровия почвен слой на територията на България са оценени на около 1,3 милиарда тона (Filcheva and Rousseva, 2004). Оценката за общото количество на емисиите на въглерод в ЕС през 2006 г. възлиза приблизително на 1,5 милиарда тона (ЕС, 2008).

Почвата в земеделските земи може да бъде значим резервоар на въглерод. Според неотдавнашна общовропейска оценка на Lugato et al. (2014) запасите на органичен въглерод в почвата от земеделските земи на ЕС-27 плюс Сърбия, Босна и Херцеговина, Албания, Хърватска, Македония, Черна гора и Норвегия възлизат на 17,63 милиарда тона. Загубите на въглерод от почвата зависят от промените в начина на земеползване (особено дренажа на торфищата), които могат да доведат до влошаване на състоянието на почвата и загубата на почвено органично вещество. В най-северните части на континента, топенето на дълбоко замръзналата земя води до освобождаване на метан и въглероден диоксид в атмосферата. В Обединеното Кралство, например, оценките за емисиите на въглерод от почвата от 1990 до 2006 г. възлизат на над 13 милиона тона (Bellamy, 2008). Тази прогноза съответства на около 10 % от годишните британски индустриални въглеродни емисии (IPCC, 2007), което е приблизително същата като намаляването на промишлените емисии на CO_2 в периода 1990-2006.

При все, че настоящите оценки на измененията в запасите от въглерод в почвата имат висока степен на несигурност, проучване на Shils et al. (2009), основано на екстраполацията на резултатите от изследвания за промените, настъпили в три начина на земеползване (пасища, обработваемите земи и горски почви), показва, че нетното годишно натрупване на въглерод в почвите на ЕС-27 може да е в диапазона от 1 до 100 милиона тона в зависимост от начина на земеползване. По-голямото натрупване е свързано с адекватно управление на почвените ресурси.

Задържането на въглерод в почвата не може да бъде единственото решение за смекчаване на климатичните промени поради ограничения размер на неговото въздействие и неговата потенциална обратимост, но то може да играе важна роля за смекчаване на климатичните промени в краткосрочен план, заедно с прилагането на други мерки, главно поради неговата непосредствена наличност и сравнително ниската цена. Цитираните данни показват, че почвата има съществено значение в дебата за смекчаване на климатичните промени, тъй като освобождаването в атмосферата дори само на една малка част от въглеродните запаси на почвата може да компенсира постигнатите икономии на други места.

Взаимоотношенията между изменението на климата и промените в качеството на почвите са сложни и все още в процес на проучване, поради което разгледаните тук прогнози, основани на хипотетични сценарии и данни, получени при контролирани условия, все още са по-скоро с качествен, отколкото с количествен характер. Едно, обаче, е ясно: борбата с изменението на климата не може да бъде резултатна, без подходящо управление на почвените ресурси, което да включва земеделски практики за смекчаване на промените в климата чрез намаляване на емисиите от парникови газове (Flynn et al., 2007), както следва:

1. *В полските сеитбообороти*:

- Междинни култури / зелено торене / намаляване на угарта / зимна покривка;

- Минимални почвозащитни обработки;
- Управление на растителните остатъци;
- Екстензификация / деинтензификация;
- Оптимизиране на торенето и вида на торовете;
- Подбор на културите и сеитбообръщенията;
- Включване на бобови / азотфиксиращи култури в сеитбообръщението или подсяване;
- Многогодишни треви;
- Агролесовъдство
  2. *В трайните насаждения*: затревяване на междуредията
  3. *В пасищата*:
- Оптимизиране на изпасването чрез регулиране на честотата и продължителността му;
- Възстановяване на растителната покривка;
- Оптимизиране на органичното торене.

Литература

Александров В. (Ред.) 2010. Климатични промени, НИМХ-БАН

Русева С., Лозанова Л., Цветкова Е., Малинов И., Стефанова В., Николов И. 2011. Оценки за факторите и риска от площна водна ерозия на почвата в административните области на Р. България, *Международна конференция "100 години почвена наука в България",* 944-948.

Русева С., Лозанова Л., Джоджов Хр., Малинов Ил., Крумов В., Стефанова В., Николов И. 2011. Оценки за факторите и риска от ветрова ерозия на почвата в административните области на Р. България, *Международна конференция "100 години почвена наука в България",* 949-953.

Bazzas F and Sombroek W. (Eds.) 1996. Global Climate Change and Agricultural Production. Direct and Indirect Effects of Changing Hydrological, Pedological and Plant Physiological Processes. FAO, John Wiley & Sons, Inc.

Bellamy P.H., 2008. UK losses of soil carbon – due to climate change? Presentation given at the Conference "Climate Change – can soil make a difference?"

Brinkman, R. 1982. Clay transformations: aspects of equilibrium and kinetics. In: *Soil Chemistry. B. Physicochemical Models. Developments in Soil Science 5B.* G.H. Bolt (ed.). 2nd ed. Elsevier, Amsterdam. pp. 433-458.

Brinkman, R. 1985. Mineralogy and surface properties of the clay fraction affecting soil behavior and management. In: *Soil Physics and Rice.* T. Woodhead (ed.). International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. pp. 161-182.

Brinkman, R. 1990. Resilience against climate change? Soil minerals, transformations and surface properties, Eh, pH. In: Scharpenseel *et al.* (eds.). 1990. pp. 51-60.

Buol, S.W., Sanchez, P.A., Kimble, J.M. and Weed, S.B. 1990. Predicted impact of climatic warming on soil properties and use. *American Soc. Agronomy Special Publ.* **53**: 71-82.

EC, 2008. Keynote address by Commissioner Stavros Dimas at the Conference "Climate Change – can soil make a difference?" – 12 June 2008 – 12 June 2008

EEA, 2009 a. Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought. EEA Report No 2/2009.

EEA, 2009 b. Sensitivity to desertification and drought in Europe. Dataset.

EEA-JRC-WHO, 2008. Impacts of Europe's changing climate— 2008 indicator based assessment. EEA Report No 4/2008.

Filcheva E., Rousseva S. 2004. Organic carbon stocks in Bulgarian soils grouped according to the revised legend of the FAO-UNESCO soil map of the world. In: A.Bieganowski, G. Jozefaciuk and R. T. Walszak (eds) Modern Physical and Physicochemical Methods and their Applications in Agroecological Research. Lublin-Sofia, 36-42.

Flynn H, P Smith, M Bindi, G.Trombi, D Oudendag, S Rousseva. 2007. Deliverable D3: Practices description and analysis report. PICCMAT. FP6 SSA No 044148. http://climatechangeintelligence.baastel.be/piccmat/spaw/uploads/files/WP1_d3_Report.pdf

IPCC, 2007. Chapter 4- Ecosystems, their properties, goods and services. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22.

Lugato E., Panagos P., Bampa, F., Jones A., Montanarella L. (2014). A new baseline of organic carbon stock in European agricultural soils using a modelling approach. *Global change biology*. 20 (1), pp. 313-326.

Rousseva S. 2006. Stocktaking of land degradation in agriculture. Discussion report. Project 00043507 „Capacity Building for Sustainable Land Management in Bulgaria" http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/chm.moew.government.bg/ContentPages/53303696.pdf

Schils R., Kuikman P., Liski J., van Oijen M., Smith P., Webb J., Alm J., Somogyi, van den Akker J., Billett M., Emmett B., Evans Ch., Lindner M., Palosuo T., Bellamy P., Alm J., Jandl R. and Hiederer R. 2008. Review of Existing Information on the Interrelations Between Soil and Climate Change (ClimSoil) Final Report Service Contract No 070307/2007/486157/SER/B1. Alterra, Wageningen UR, The Netherlands.

Stigliani, W.M. 1988. Changes in valued 'capacities' of soils and sediments as indicators of nonlinear and time-delayed environmental effects. *Environmental Monitoring and Assessment* **10**: 245-307.

ПОЧВЕНИТЕ РЕСУРСИ НА БЪЛГАРИЯ – ПРОБЛЕМИ И ПРОГНОЗИ

проф. д-р Методи Теохаров, ИПАЗР "Н.Пушкаров" – София

(пленарен доклад)

Въведение към учението за ноосферата и ноогенезиса

Много бих искал този доклад да бъде на тема относно образуването на почвите, но разрушителните и деструктивни процеси, които протичат в тях, ни задължават да дискутираме техните промени и преобразуване. Интензивното ползване на почвените и поземлените ресурси в света и у нас създава все повече проблеми при опазването на тяхното здраве и плодородие, респективно здравето на човека и неговото бъдеще.

През последните 30-40 години почвените ресурси непрестанно и много интензивно са подложени на въздействието на фактора човешка дейност. Човешката дейност променя климата, природната среда и самия човек (Теохаров, 2006).

Когато Докучаев създава учението за почвите през 1883 г., той едва ли е имал предвид вредите, които човек ще нанася върху тях и че неговите дейности в преобразуването им ще придобият крайности и ще бъдат от първостепенно значение. Затова той не включва фактора "човешка дейност", когато основава науката за почвите. Днес промените в климата не могат да се обяснят само с цикличността в проявите на отделните климатични елементи. Нарушаването на естествения статус на петте природно създадени сфери (литосфера, педосфера, хидросфера, атмосфера и биосфера) чрез постоянното въздействие на антропогенните и техногенни процеси е причина за поява на ново състояние на биосферата – ноосфера. Основано от последователя и ученика на Докучаев, академик Владимир Вернадский, това е учение за разума и съзнанието на човека, за неговите добре проектирани, разумни и съзнателни или лошо проектирани, неразумни, необмислени и разрушителни идеи и действия, които променят биосферата. Според Вернадский, "ние живеем в небивало нова, геологически ярка епоха. Човекът със своя труд и със своето съзнателно отношение към живота преработва земната обвивка – геологическата област на живота, биосферата. Той я привежда в ново геологично състояние. Чрез неговия труд и съзнание биосферата преминава в ноосфера. Ноосферата не е фикция, не е създаване на вяра, а емпирично обобщение". Тези думи на Вернадский ни задължават да изследваме не само генезиса на почвите и заобикалящата ни природа, но и ноогенезиса на човека и неговото значение за опазване на почвените ресурси. В тази връзка, френският учен Тейяр дьо Шарден през 1994 г., защитавайки учението за ноосферата в своята книга "Човешки феномен" пише, че "Човекът не е център на Вселената", но той е "мислещият слой на земята". Тези двама велики хуманисти и други техни последователи смятат, че "противодействието ни към закономерностите на ноосферата не трябва да се изразява в отчаяние, а в преразглеждане на самите нас" (Николов, 2013).

Промени и преобразуване на почвите и преосмисляне на тяхната същност и значение в условията на съвременния свят

Ноосферата е учението, което спомогна да се промени мисленето и в областта на почвената наука. Общото събрание на ООН на 20.12.2013 г. на своята 68 сесия с Резолюция прие 2015 г. за Международна година на почвите, а 5 декември за Международен ден на почвата. Съветът на Европа прие Европейската Харта на почвата, където тя се разглежда като "компонент на сухоземните екосистеми и съставна част на горния слой на земната кора и като незаменим, ограничен и невъзстановим природен ресурс. Това определение показва новото мислене и отношение, което съвременният човек трябва да има към почвените ресурси и тяхното опазване В тази връзка, реакцията на учените почвоведи бе много по-рано, като последователно в легендата на ФАО, а в по-ново време и в Световната референтна база те включиха нови почвени единици на различни таксономични равнища. Включването на няколко големи почвени групи, между които Силно ерозирани почви (Regosols), Пясъчни почви (Arenosols), Антропогенни (Anthrosols), Техногенни (Technosols), Плитки (Leptosols) доказва наличието на активни деградационни и разрушителни, естествени, антропогенни и техногенни процеси, предизвикани от една страна от вътрешните и външни природни сили и от друга – от човешката дейност. От особена важност е изучаването на тези и на всички нормално развити почви да се извършва на база геоекологичен профил (пълен и непълен). Пълният профил се характеризира с последователно хоризонтирани А-В-С-Д хоризонти, а непълният – с А-С или А-Д. И двата типа профили могат да бъдат носители на геонокси или технонокси, т.е. съответно на вредни и/или отровни вещества от геоложки (геохимичен) и техногенен (емисионен) произход. Профилът може да има смесен произход от геогенно и техногенно влияние. В много случаи пълният и непълният профил са нарушени както от естествените, така и от антропогенните или техногенни процеси. Строго научният методичен подход изисква изучаването и на двата профила да се провежда с пълния набор генетични хоризонти и задължително по катена от първи или втори порядък (Гансен, 1962; Мордкович и др., 1985; Теохаров, 2003). В противен случай, ще продължава да се установяват замърсени почви само чрез повърхностния хоризонт. Ноогенезисът или съзнателната и несъзнателна човешка дейност са в основата на всякакъв род промени в почвата, земята и природната среда. С дейността човек е призван да запази естествения геоекологичен профил с характерното почвено-геоложко хоризонтиране, което съхранява не само природната, но много често и историческата памет. В тази връзка, почвата трябва да се разглежда като естествено природно образувание, основен екологичен ресурс и средство за производство, което притежава свойството плодородие и създава материални и духовни ценности. Едно от многото доказателства за подобно определение са съхранените до наши дни красиво изографисани и пълни с жито тракийски глинени съдове (делви), изваяни от канелено-червения В хоризонт на Канелена почва и пак съхранени дълбоко в профила от същата тази почва. Такова съвременно определение за почвата подхожда, защото открития от подобен характер са в унисон с учението за

ноосферата и те създават емоционално и незабравимо усещане не само у почвоведа и археолога, но и у всеки ценител на науката за почвите и археологията. Затова през последните години все по-голямо значение придобива новото направление в почвената наука – археологическо и историческо почвознание. Изхождайки от учението за ноосферата и световната кампания за опазване на почвите, приоритетните задачи следва да бъдат създаване на ново отношение към почвите у всички членове на съвременното общество, основано на разума, съзнанието и мисълта, издигане на обществения статус на почвите и засилване на международното сътрудничество, свързано с проблемите в почвознанието и опазването на почвените ресурси.

Проблеми при изучаване, използване и опазване на почвите

Проблемът за генетико-диагностична оценка и систематика на почвите е един от най-трудните в нашето почвознание (Теохаров, 2008). В отделни етапи от неговото развитие схематизмът и догматизмът са пречели за по-точното параметриране и дефиниране на отделни неизучени или дискусионни почвени единици и сега редица почви се нуждаят от разработване на съвременни оценъчни показатели и критерии. Всяка генетична класификация на почвите е фундамент за количествена (агропроизводствена) класификация, която обслужва земеделското производство. Този въпрос продължава да бъде актуален проблем за почвената наука и земеделието и днес, защото не може да има устойчиво управление на почвените ресурси и селскостопанското производство без съвременни генетични и приложни класификации. За целта почвоведите са призвани да познават почвените системи от времето на Пушкаров до днес и да ползват всеки техен полезен елемент, да вървят поне 10 години напред и да подхранват съответните дисциплини и отрасли с нови идеи. През 104-годишната история на почвената наука са разработени няколко класификации и те надграждат систематиката на почвите (Пушкаров, 1931; Герасимов и др., 1959; Койнов и др., 1964; Йолевски и др., 1983; Пенков и др., 1992). Последната национална класификация от 1992 г. бе свързана със земеразделянето и хармонизирана с класификацията на ФАО. След този период класификацията на ФАО претърпя 3 версии (1998, 2006, 2014) и бе създадена Световната Референтна база за почвените ресурси, чиито основи бяха заложени на три Международни съвещания през 1980, 1981 и 1982 г. в Институт "Пушкаров". През това време диагностиката и класификацията на почвите в България не бяха актуализирани, не беше подобрена и приложната агропроизводствена класификация или т.нар. агропочвено групиране. Реално в практиката се използва разширения списък за агрогрупиране на почвите в България, разработен на базата на почвено-картографското групиране и класификациите на Герасимов и Антипов-Каратаев (1959) и Койнов и др. (1964) от 50-те и 60-те години на миналия век. За отбелязване е, че този списък се ползва от някои изследователи и за генетико-диагностична и класификационна оценка. Така в съвременни научни разработки могат да се срещнат оподзолени и силноерозирани Черноземи, Канелено-подзолисти и Жълтоземно-подзолисти почви, Чернозем-смолници, Светлосиви и Сиви горски почви и най-неприемливите в генетичното почвознание наименования – неразвити, плитки,

излужени, Канелени горски почви и т.н. Номенклатурата на всички тези почвени единици беше коригирана, съобразно натрупаните изследвания и световните стандарти от големи научни колективи, ръководени от проф. Койнов, проф. Йолевски и проф. Пенков и поправките бяха отразени в актуализираните класификации от 1983 и 1992 г. Коректно е почвите да се оценяват генетично и ресурсно, да се прави точна диагностична бонитетна, икономическа и кадастрална оценка, като се ползват установените досега критерии за диагностика (Clauden, B. and J.M.Hollis, 1984). Разработването на съвременна диагностика и класификация, съобразена с критериите на Световната референтна база има пряко отношение към създаването на нова методика за оценка и кадастър на селскостопанските земи, на нов поземлен кадастър за страната и подобрена категоризация на земите. Така че почвоведи, бонитатори, аграрикономисти и властови ресурс за в дълг към фундаменталното и приложно почвознание, разбира се и към практиката. Иновационни продукти не се правят без финансиране на почвената наука и без подготвени за целта кадри. Най-трудното в почвознанието е постигнато, базата данни съществува, нужни са много малко допълнителни изследвания, кадрови и финансов ресурс, за да решат посочените по-горе проблеми.

На второ място са проблемите с генетичен и почвено-климатичен характер. Физико-географските проучвания показват, че 42,8 % от територията на България е с хълмист релеф (от 200 до 600 м н.в.), 26,2 % с планински и 31 % е равнинен (Атанасов и др., 1974). Една трета част от обработваемата площ на страната е с ограничаващи плодородието фактори (Райков, 1986). Около 32 % (3551,5 ха) от почвите са заети с гори и са формирани под горска растителност (Роснев и др., 2006). Твърде разнообразните физико-географски условия обуславят развитието на деградационни процеси, на примитивни и плитки почви, голям и дълбок дренаж, значителна транзитност на твърдия и течен отток, широко развитие на ерозията, процеси на преовлажняване, уплътняване, заблатяване, засоляване, вкисляване, дехумификация и карбонатизация и др. Една трета част от обработваемата площ на страната е с ограничаващи плодородието фактори (Райков, 1986). 65 % от площта на стопанисваните земи е засегната от водна ерозия и 24 % - от ветрова ерозия. Близо 14 % от интензивните валежи са ерозионни. Средногодишният брой ерозионни дъждове в различните части на територията на страната е от 2 до 10 (Русева и др., 2010). Съществува тенденция към увеличаване на зимните валежи и намаление на летните в Южна България и увеличаване на летните в Северна България (Александров, 2002). Само за една година чрез ерозионните и поройни водни оттоци се изнасят хранителни вещества, хумус, азот, фосфор, калий и други макро и микроелементи, равняващи се на годишното производството на един голям завод за минерални торове (Теохаров, 2010).

През последните няколко години поради измененията в климата значително се променя съвременния статус на почвите и геоложките субстрати, образувайки наводнения, порои, мочурища, затлачване, тинясване, свлачища и срутища. Продължителните валежи са причина за процеси на сезонно преовлажняване на почвите,

най-често през късна есен, зимата и в ранна пролет. Те влошават техния въздушен, топлинен и хранителен режим и предизвикват активни окислително-редукционни процеси в тях, влошават агрохимическите свойства и понижават почвеното плодородие. Световна тенденция е тези процеси да се превръщат в природни бедствия и да променят почвената и растителна покривка в големи райони. Климатичните промени са промени и на почвите и много често се редуват наводнения с продължителни засушавания, което представлява стрес за цялата педосфера, биосфера и ноосфера. На процеси на преовлажняване и заблатяване са подложени около 10 % от обработваемите почви. Повърхностното им преовлажняване през зимата на 2014-2015 година предизвика унищожаване на житните посеви в Южна България, особено в райони със сезонно преовлажнени почви, каквито са Псевдоподзолистите, Смолниците и Глинестите черноземи.

При голямата ограниченост на Националния поземлен фонд те представляват важен допълнителен ресурс, който обаче подлежи на сериозни хидромелиорации. В противен случай, те ще продължат да затрудняват, влошават и забавят селскостопанските дейности, растежа и развитието на културите, което при сегашните условия може да се утвърди като недобра практика в земеделието. Задълбочава се проблемът и със заблатяването на почвите от високи подпочвени води, особено след ежегодното непочистване на откритите отводнителни канали и разрушаване на подземните канали на напоителните системи. Подобни процеси протичат и на речни тераси и понижения и в съседство с напоителни канали. Повишеното ниво на подпочвените води с високо съдържание на лесно разтворими соли и обменен натрий е причина за вторично засоляване на високоплодородни почви от Горнотракийската и Крайдунавските низини. В страната бяха мелиорирани с фосфогипс около 40 хил. дка засолени почви, което показа добър агрономически и икономически ефект (Райков, 1989), но на настоящия етап гипсуването е скъпа проектно-технологична и финансова дейност и мелиорирането на Солонците и Солончаците може да остане като процес от миналото. Изгодно е тяхното затревяване и залесяване или използването им за различен сграден и селскостопански фонд, но след отводняване. На някои места върху тези почви вече са създадени земеделски борси. Проблем представляват пониженията около шосета и магистрали с високи насипи, където се наблюдава дълготрайно преовлажняване с поява на хидрофилна и блатна растителност. Недостатъчни са изследванията на почвите в оризищата, които сезонно са подложени изкуствено на влиянието на водна повърхност и протичащите в тях окислително-редукционни и биохимични процеси. Те задължително подлежат на задълбочени проучвания, за да може да се правят точни оценки и прогнози за тяхното използване и опазване. Така стои въпросът и за почвите, подложени на уплътняване и деградация от тежка земеделска техника и химизация.

Вкисляването е естествен и антропогенен процес, който се проявява в условията на кисели скали (гранити, гранитогнайси, кристалинни шисти, кварцити, риолити и др.), кисели тревни формации (картъл, садина, власатка, ливадина и др.) и иглолистна растителност, най-вече бял и черен бор и др. Проблем представлява антропогенното

вкисляване, което се установява в интензивно използвани почви с монокултурно земеделие и едностранно, небалансирано торене, най-вече с азотни торове. Прави впечатление, че през последните години липсва правилен избор на подходящи за кисели почви култури и не се извършва мелиориране с химически подобрители и органично торене. Излизането на бобовите и фуражни култури от сеитбооборот се отразява твърде неблагоприятно върху свойствата и качествата на Черноземите, Канелените горски и Тъмносивокафявите горски почви. Отстраняването на вредната киселинност, предизвикана в горещите точки на страната, най-вече около заводите, замърсяващи почвите с тежки метали, органични и индустриални отпадъци, радионуклиди, изисква прилагането на комплексни методи - химически, агро и биометоди.

Включването на Техногенни почви в Световната референтна база показва, че човечеството е застрашено от увеличаване на площта на нарушените и замърсени територии. В нашата класификация все още не са включени замърсените с тежки метали, радионуклиди, органични отпадъци и продукти почви, които имат локален характер на разпространение и са около 2 %. Толкова е площта и на нарушените от въгледобива, рудодобива и енергийното производство почви. Много често на тях се придава политически профил, което не е в интерес на страната и икономиката ни. Известни са горещите точки у нас и те са под постоянно наблюдение. Проучванията показват, че приложените методи на биоремедиация и агрометоди съществено променят пейзажа на тези територии. Факт е обаче, че все още редица изследователи не прилагат диференциран и геоекологичен подход при изучаването им. Отделянето на геогенно повлияните от техногенно замърсените от една страна и смесено замърсените от друга е важен методически подход. Природното геогенно насищане с геонокси нерядко е над ПДК и е в комбинация с техногенното не като геохимичен фон, а като реално замърсяване (Дачев и Велев, 2010). Проблем в районите с миннодобивна и енергийна промишленост представляват предприятията, техните депа и нехидрирани хвостохранилища и много често от техногенно нарушени почвите се превръщат в техногенно замърсени. Забавянето на техническата и биологичната им рекултивация води до това, че в нарушените терени и откривките след 1-2 години протичат хидроморфни киселинно-деструктивни процеси, които променят статуса на подпочвените води. Непрестанното строителство е причина равнинни и плодородни почви да се превърнат в запечатени и припокрити. Те също са с техногенен характер и заемат 7 % от обработваемата площ на страната. Особено място те имат в урбанизирани територии, под пътната, шосейна и жп транспортна мрежа, в зони на рекреация и други. Останали под асфалта и бетона, те променят своите свойства и околната микросреда, особено на терени с високо водозадържане и с кисели или глинести геоложки субстрати. Проучванията, извършени върху тях през последните 4-5 години са окуражителни, но съвсем недостатъчни.

Съществуват проблеми от законодателен и организационен характер. Късно приетият Закон за почвите (2007) е непълен, що се отнася до съществуването и ограничаването на деградационните процеси, въздействието на наводнения, порои,

свлачища и срутища и проблемите, които те създават. Климатичните промени и тези процеси доказаха необходимостта от незабавно включване към чл.12 на Закона за почвите на допълнителни деградационни процеси. Освен това, Наредба 261 за категоризиране на земеделските земи при промяна на тяхното предназначение и отговорността при прилагането й налага нова ал.4 към чл.9, което на практика изцяло ще защити дейността и разходите по анализи и експертизи на ИПАЗР "Н.Пушкаров". Наложително е в Закона за собствеността и използването на земеделските земи да се увеличат санкциите за нарушаване и замърсяване. Съобразно този закон е време държавата да изпълнява своите задължения относно полагаемите субсидии за подобряване на увредените, вкислените, замърсените, нарушените и преовлажнени почви. От допълнителни текстове се нуждаят Закона за опазване на околната среда и Закона за опазване на земеделските земи и почвите.

Прогнози за състоянието и развитието на почвените ресурси до 2050 година

Почвените ресурси на България със селскостопанско предназначение заемат около 55 %. През последните 25 години са намалели с 5 % и ако се запази тази тенденция, след четвърт век ще намалеят с още 5 %. Почвите, които се използват като земеделска площ и включват обработваема земя, трайни насаждения, постоянно затревени площи, градини и оранжерии заемат 50 %. От тях обработваемата земя, включена в сеитбооборот за отглеждане на зърнено-житни, бобови и други култури, временни ливади и оставена като угари, е около 42 %. Почвено-климатичните условия дават възможност разликата от 8 % да нарастне двойно и площта на почвите, подходящи за трайни насаждения и други перспективни култури също да нарастне с този процент. Поради климатичните промени, наводненията и унищожаването на регионалните и местни хидромелиоративни и напоителни системи, ще се увеличи делът на преовлажнените, заблатените и ливадно-блатните почви и те ще достигнат първоначалния си статус, установен преди 40-50 години. Съгласно принципа на скачените съдове и еднаквите закономерности на формиране на заблатени и засолени почви, последните ще продължат да се увеличават почти със същите досегашни темпове под влияние на процесите на засоляване. Ще се наблюдава рязко намаляване (до 50 %) на замърсените с тежки метали и радионуклиди почви, но ако се вложат средства за прилагане на методите на биоремедиация и агрометоди, този процент може да се достигне до 80. Ще се увеличи значително делът на киселите почви (от 4 на 6 млн.) поради небалансираното и едностранно торене на културите и хидроморфните и окислително-редукционни процеси. Делът на нарушените от минна и рудодобивна дейност ще бъде по-малък от този през последните 40-50 години, но възстановяването им, което и досега се извършваше много бавно, ще бъде повече от незначително. Рязко ще се увеличат, почти двойно, запечатените и покрити почви поради битово, промишлено и рекреационно строителство, строеж на бензиностанции, търговски центрове, борси, супермаркети, увеселителни заведения, паркинги, магистрали, пътища и други. Липсата на средства и в голяма степен на държавна политика за прилагане на противоерозионни, залесителни и биозащитни методи и законодателни мерки ще увеличи

площта на деградираните и ерозираните почви. Водната ерозия ще се засилва, особено в хълмисто-планинските и планински райони, а ветровата – в Добруджа. Специално Черноземите в Северна България ще продължат да се дехумифицират и "изхабяват", ако не се прилага органично земеделие върху тях. Почвите с благоприятен воден и поливен режим ще достигнат отново емблематичните 12 млн. дка поливни площи през втората половина на 21 век при условие, че се провежда добра държавна политика.

Заключение

Динамичните природни, обществени и еволюционни процеси през последните години поставят на преден план въпроса за ноосферното развитие на планетата, нейните общества и народи. В тази връзка за почвите и земята трябва да се мисли глобално, а проблемите, свързани с тях, независимо от какъв характер са, трябва да се решават регионално. Само тогава добрите прогнози могат да се сбъдват, а лошите да се коригират, за да се преодолеят. Почвите са ограничен и невъзстановим ресурс и прилагането на комплексен подход за тяхното изучаване, ползване и опазване е първостепенна необходимост, защото те гарантират националната ни сигурност. Макар и да са собственост на отделни физически или юридически лица, те остават национално и вековно богатство, което сме длъжни да съхраним за бъдещите поколения.

Л и т е р а т у р а

1. **Александров В., 2002.** Вариации и изменения на климата на Балканския полуостров. *Екология и бъдеще*, 1(2-4): 26-30.
2. **Атанасов Ив. и др., 2001.** Роля и значение на почвознанието в съвременното общество. *Почвознание, агрохимия и екология*, 4-6: 7-13.
3. **Гансен, 1962.** География почв. АН СССР, М.
4. **Дачев Д., В.Велев, 2010.** Принципи на екологичните експертизи и основи на геоекологията, *Изд.къща "Св.Ив.Рилски", Монография*, 264 с.
5. **Йолевски М., А.Хаджиянакиев. 1976.** Агрогрупиране на почвите в НРБ. Разширен систематичен списък. *ИППД "Н.Пушкаров",* С., 82 с.
6. **Йолевски М. и др. 1983.** Кратка диагностика и критерии на основните таксономични подразделения на почвите в НРБ. Усъвършенствана класификационна система. *ИППД "Н.Пушкаров",* С., 44 с.
7. **Койнов и др. 1964.** Класификация и систематика почв Болгарии. Почвы Юговосточной Европы, *Изд. БАН,* 231-246.
8. **Костов Р. 2013.** Планетарният хуманизъм на Вл.И.Вернадски и П.Т.Шарден в идеята за ноосферата. В: "Вернадски и 21 век: геосфера, биосфера, ноосфера и симетрия", *Изд.къща "Св.Ив.Рилски*", 71-77.
9. **Пенков и др., 1992.** Класификация и диагностика на почвите в България във връзка със земеразделянето. *ДФ"Земиздат*", С., 151 с.
10. **Пушкаров Н., 1931**. Пояснения към почвената карта на България, М. 1:500000.

11. Райков Л., 1989. Проблеми на почвознанието при интензивно използване на земята, *IV Нац.конф. по почвозн., БПД – ИППД "Н.Пушкаров*", 5-20.
12. **Русева С. и др., 2010**. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделски земи, част I. Северна България, *"ПъблишСайСет-Еко", Монография*, 304 с.
13. **Теохаров М., 2003.** Особености на почвообразуването в характерни ареали на Югозападна България, *Хабилитационен труд*, 253 с.
14. **Теохаров М., 2011.** Почвите и земята на България – национално и вековно богатство. *Избрани научни трудове и научно-популярни статии. Изд. "ПъблишСайСет-Еко*", 228 с.
15. Закон за почвите, 2007.
16. **Clauden, B. and J.M.Hollis, 1984**. Criteria for differentiating soil series, *Technical monograph No17, Harpenden, England, 159 p.*
17. World reference base for soil resources 2006. FAO, 2006. *Rome, Italy*, 128 p.

СЪСТАВ НА ПОЧВЕНОТО ОРГАНИЧНО ВЕЩЕСТВО В *EUTRIC CAMBISOLS* РАЗВИТА ВЪРХУ МРАМОР

Екатерина Филчева*, Людмила Малинова**
**ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, **Лесотехнически университет, София*
E-mail: filcheva@itp.bg

COMPOSITION OF SOIL ORGANIC MATTER IN *EUTRIC CAMBISOLS* DEVELOPED ON MARBLE

Ekaterina Filcheva*, Lyudmila Malinova**
**N. Poushkarov ISSAPP, Sofia, **University of Forestry, Sofia*

Abstract

Influence of carbonate rock – marble on the composition of soil organic matter in the Eutric Cambisols occurs in low coefficient of decrease in organic carbon from forest litter to the surface horizon (2.1), due to the more favourable condition for the decomposition of organic matter, compared with Dystric Cambisols in spruce stands. The percentage participation of Humic acids in the quantity of organic carbon is close to values for the litter (17.31-20.08%) and for A horizon (16.97-20.58%). Degree of humification of organic matter is high throughout the soil profile, characterized by a clear differentiation in terms of unextractable organic carbon and presence of humic acids of low molecular weight, whose amounts are highest in the forest litter. Calcium-bounded humic acids are reaching 100% in the metamorphic horizon.

Key words: organic matter, organic carbon, humic acids, fuivicacids, Ca complexed humic acids, optical characteristics

Увод

Кафявите горски почви се оценяват като продукт на горски почвообразувателен процес протекъл на територията на страната предимно върху кисели силикатни скали и „почти не се срещат върху карбонатни скали" (Пенков и др.,1992). Районът на м. Беглика е един от рядко срещаните случаи, при които процесът може да се разглежда върху карбонатна почвообразуваща скала. В този район се намира пробна площ от мрежата за мониторинг на горските екосистеми в страната, където се извършват редица изследвания върху почвите (Павлова и др., 1994-2008), в това число и за съдържанието на органичен въглерод. Продуктите на почвообразувателния процес – хумус и глинести минерали, както и техните основни характеристики не са обект на анализ в провеждания мониторинг. По отношение на почвеното органично вещество са известни някои по-детайлни изследвания при сходни условия. По данни на Филчева (2014) Кафявите горски почви формирани върху базични скали се характеризират със съотношение Сх:Сф около и над 1, а образуваният хумус се оценява като хуматно-фулватен. Установено е, че част от хуминовите киселини са свързани с калций, а делът на агресивната фракция на фулвокиселините варира между 4% и 15% в хумусния хоризонт, като в дълбочина се повишава до 40% (Петрова и Тричков, 1992).

Цел на настоящата работа е оценка на влиянието на карбонатна почвообразуваща скала върху състава на почвеното органично вещество в Кафяви горски почви *(Cambisols).*

Материал и методи

За оценка на влиянието на карбонатна почвообразуваща скала върху състава на почвеното органично вещество е избрана Кафява горска почва от м. Беглика. Почвата е развита върху докамбрийски мрамори от Асеновградската група. Почвеният профил е заложен в пробна площ на широкомащабния мониторинг на горските екосистеми (Павлова и др. 1994-2008), която се намира в средния планински пояс на горите от бук и иглолистни, средногопланинския подпояс на горите от бук, ела и смърч на Тракийска горскорастителна област. Надморската височина е 1584 m, а насаждението – от об. смърч (*Picea abies*). Почвеният профил е пълен, с мощност на хумусно-акумулативния хорзонт 22 cm и на метаморфния – 62 cm. Механичният състав е праховит – съдържание на прах с размер на частиците 2-63 μm – 47.2% и на пясък (63-2000 μm) – 41.7%. При реакция в почвения профил pH във H_2O 5.54-6.20, почвата е наситена с бази.

За слой *OFH* на мъртвата горска постилка (тип *moder*) и хумусно-акумулативния хоризонт са взети и анализирани по 3 бр. проби, а за по-долу лежащите хоризонти по 1 проба. Анализирани са: общ въглерод и (по изчисление хумус), общо съдържание на екстрахиран с двоен разтвор на натриев пирофосфат и натриева основа органичен въглерод, съдържание на органичен въглерод в хуминовите киселини и фулвокиселините, „свободни" и свързани с R_2O_3 хуминови киселини, хуминови киселини свързани с калций, неекстрахируем органичен въглерод, екстрахируем въглерод с 0.1M NaOH, "агресивна" фракция на фулвокиселините – 1^a, оптични характеристики на хуминовите киселини. Съдържанието и състава на почвеното органичното вещество в изследваните обекти е определено съответно по модифициран метод на Тюрин (120°C, 45 мин., катализатор Ag_2SO_4) и метод на Кононова- Белчикова (Кононова, 1963; Filcheva&Tsadilas, 2002).

Оценката на характеристиките на хумуса в почвата е извършена на базата на комплекс от хумусни показатели с 5 степенни скали разработени от Артинова (2014), а на мъртвата горска постилка съгласно 5 степенна скала, използвана в мониторинга на почвите от горските екосистеми в Европа (Vanmechelen, et al., 1997).

Резултати и обсъждане

Съдържанието на общ въглерод в мъртвата горска постилка (МГП) варира в границите на 14.19%-17.56%. По средна стойност (табл. № 1) и граници на вариране количеството му се оценява като много ниско. Коефициентът на спад на органичния въглерод при прехода от МГП към повърхностния хоризонт е 2.1. Установените за него стойности в смърчовите насаждения от мрежата за широкомащабен мониторинг в *Dystric Cambisols* са по-високи и варират между 3 и 15. Следва да се отбележи, че дървесният опад в смърчовите насаждения е с много силно кисела реакция. Средното pH_{H2O} за фракция листна маса е 4.21, за дървесината - 4.48 и за репродуктивни органи и семена – 5.02. Съотношенията орг.С/общ N са много високи в посочените фракции на

дървесния опад - в границите на 48-61, което заедно със силно киселата среда определя бавното разлагане на мъртвата горска постилка (Малинова, 2014). Полученият нисък коефициент показва благоприятни условия за по-бързо разлагане на органичното вещество.

В наситеният с бази повърхностен почвен хоризонт се установява висока акумулация на органичен въглерод – средно 7.51%. Профилното му разпределение се характеризира с рязък спад на стойностите от *A* към *B* хоризонт – 3.9 пъти и още по-рязък от *B* към *C* – 5.6 пъти. Общото количество на хумусните киселини в изследваните проби е най-високо в МГП (6.17±0.76%), като в дълбочина на профила намалява до 0.76%. Степента на хумификация на органичното вещество, определена по процентното участие на хуминовите киселини в количеството на органичния въглерод е близка по стойности за МГП (17.31%-20.08%) и за хумусно-акумулативния хоризонт (16.97-20.58%), което още веднъж потвърждава бързото разлагане на постъпващото на повърхността на почвата органично вещество. Степента на хумификация е висока в целия почвен профил, което може да се отбележи като още една специфична характеристика на горския почвообразувателен процес протичащ върху карбонатна скала. За сравнение могат да се посочат проучванията на Петрова и Тричков (1992) и Филчева (2014) върху хумусното състояние на Кафяви горски почви развити върху базични скали, които показват, че най-често хумификацията в почвения профил е средна до ниска. Високата степен на хумификация в почвения профил се характеризира с ясно изразена диференциация в състава на хумусните киселини. По-подвижните и по-нискомолекулните хумусни вещества, извлечени с 0.1M NaOH представляват 34.48±2.74% от органичния въглерод в МГП, следва рязък спад в хумусно-акумулативния хоризонт - 2.21±0.23% и 0.27% в метаморфния.

Хумусът като един от основните продукти на почвообразувателния процес при конкретното съчетание от фактори се определя като хуматно-фулватен - Схк:Сфк варира в границите на 0.96-1.08. „Свободните" и свързани със сесквиоксидите хуминови киселини се формират в най-големи количества в МГП (90.16%-93.68%), след което в дълбочина на профила намаляват, успоредно с нарастването на количеството им, което се свързва с калция. В МГП тази връзка е най-слабо изразена, свързаните с калция хуминови киселини са само 0.20±0.10% от общото им количество, или 6.71% от общото количество на хуминовите киселини. В хумусно-акумулативния хоризонт този дял нараства до 23.42%, а в метаморфния – хуминовите киселини са изцяло свързани с калций (100%). Участието на агресивни фулвокиселини, извлечени с 0.1N H_2SO_4 е незначително.

Съдържанието на неекстрахиран органичен въглерод е най-високо в МГП - 9.68±1.79.

Оптичните характеристики (E_4/E_6) на хуминовите киселини (Таблица 1) показват, че по българската класификация оптическата плътност е средна (Артинова, 2014). Това съответства на относително по-нискомолекулни, по-ниско кондензирани хуминови киселини, особено в мъртвата горска постилка. В метаморфния хоризонт оптическата плътност е висока, което е свързано с наличието на Са и ускорено протичане на процеси на кондензация на хуминовите киселини.

Таблица 1. Съдържание и състав на органичното вещество. Означения: а - % от почвената проба, б - % от общият въглерод, в - % от общото съдържание на хуминовите киселини, оптични характеристики: E_4/E_6, х - хуминови киселини, ф - фулвокиселини.

Хоризонт	Стойност	Общ С	Органичен С, (%)			Cx/Cф Ch/Cf	Органичен С (%)		Неекстра-хиран	Екстрах. с	Оптични характеристики (E_4/E_6)		Екстрах. с 0.1M NaOH
			Екстрахиран с 0.1M $Na_4P_2O_7$+0.1M NaOH				Фракции на хуминовите киселини		Органичен въглерод	с 0.1N H_2SO_4%)	Общи х. к-ни	Своб. х. к-ни	(%)
		%	Общ	Хумин. к-ни	Фулвок-ни		Свобод. и свърз. с R_2O_3	свързани с Ca	(%)	Органичен въглерод			
OFH	mean	15.82	6.14[а] 39.04[б(b)]	2.98 18.93	3.16 20.11	0.96	2.78 93.51[в(c)]	0.20 6.71	9.68 60.95	0.23 1.46	6.20	6.03	5.43 34.48
	SD	1.68	0.76 5.76	0.11 1.44	0.69 4.74	0.17	0.13 3.27	0.10 3.28	1.79 5.76	0.03 0.23	0.10	0.10	0.39 2.74
A	mean	7.51	2.44 33.25	1.40 18.85	1.03 14.40	1.08	1.07 76.57	0.33 23.42	5.07 66.74	0.14 1.92	5.66	5.98	2.21 29.12
	SD	1.22	0.14 6.90	0.16 1.80	0.26 5.80	0.34	0.14 5.76	0.09 5.68	1.36 6.90	0.01 0.22	0.80	0.19	0.23 1.77
B		1.90	0.76 40.00	0.32 16.84	0.44 23.16	0.72	0.00	100.00	1.14 60.00	0.08 4.21	4.62	-	0.27 14.21
C		0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Заключение

Влиянието на карбонатна почвообразуваща скала – мрамор, върху състава на почвеното органично вещество в изследваната Кафява горска почва се проявява в нисък коефициент на спад на органичния въглерод от мъртвата горска постилка към повърхностния почвен хоризонт (2.1), поради по-благоприятните условия за разлагане на органичното вещество, сравнено с кисели Кафяви горски почви в смърчови насаждения. Процентното участие на хуминовите киселини в количеството на органичния въглерод е близко по стойности за МГП (17.31%-20.08%) и за хумусно-акумулативния хоризонт (16.97-20.58%). Степента на хумификация на органичното вещество е висока по целия почвения профил. Съставът на почвеното органично вещество се характеризира с ясно изразена диференциация по отношение на неекстрахирания органичен въглерод и присъствие на нискомолекулни хумусни киселини, чиито количества са най-високи в мъртвата горска постилка. Свързаните с калций хуминови киселини достигат 100% в метаморфния хоризонт.

Литература

Артинова, Н. 2014. Хумусно състояние на почвите в България. Почвеното органично вещество и плодородието на почвите в България.ISBN 978-619-90189-1-0. Изд. Българско дружество по хумусни вещества. С. 29-74.

Малинова, Л. 2014. Физико-химични и химични параметри на почви от мрежата за мониторинг на горски екосистеми. Дисертация за присъждане на научна степен доктор на науките. ЛТУ. 473 стр..

Павлова, Е., Д. Павлов, Л. Малинова, М. Дончева, Д. Безлова, С. Бенчева, Е. Димитров, Б. Пеев, И. Колева, Е. Цветкова. Научни отчети 1994 – 2008. МКП "Оценка и мониторинг на влиянието на замърсения въздух върху горите". НИС-ЛТУ. № 487. FOREST/ UN-ECE. Convention of Long-Range Transboundary Air Pollution. МОСВ.

Пенков, М., В. Донов, Т. Бояджиев, Т. Андонов, Н. Нинов, М. Йолевски, Г. Антонов, Св. Генчева. 1992. Класификация и диагностика на почвите в България във връзка със земеразделянето. С., ДФ Земиздат. 151 стр..

Петрова Л., Л. Тричков. 1992. Характеристика на хумуса на Кафяви планинско-горски почви от района на Западни Родопи. *Почвознание, Агрохимия и Екология*, **27**, № 3-4, 8-16.

Филчева, Е. 2014. Хумусообразуване, състав на почвеното органично вещество и запаси на органичен въглерод по почвени групи и различия. В: Почвеното органично вещество и плодородието на почвите в България.ISBN 978-619-90189-1-0. Изд. Българско дружество по хумусни вещества. С. 88-107.

Filcheva E., Tsadilas. 2002. Influence of Cliniptilolite and Compost on Soil Properties. *Commun. of Soil Sci. and Plant Analysis*, **33**, 3&4, 595-607.

Vanmechelen, L., R. Groenemans, E. Van Ranst. 1997. Forest Soil Condition in Europe. Forest Soil Co-ordinating Centre. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution on Forest. UN-ECE. 261 pp..

ОСНОВНИ ХИМИЧНИ И ФИЗИКОХИМИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОЧВИ И СУБСТРАТИ В РАЙОНА НА ПЕРНИШКИЯ ВЪГЛЕДОБИВЕН БАСЕЙН

Бисер Христов*, Тома Шишков*, Ваня Качова, Емилия Атанасова*, Ирена Атанасова***

**ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, **Институт за гората, БАН, София*

E-mail: i.d.atanassova@abv.bg

BASIC CHEMICAL AND PHYSICO-CHEMICALCHARACTERISTICS OF SOILS AND SUBSTRATES IN THE REGION OF PERNIK COAL MINE BASIN

Biser Hristov*, Toma Shishkov*, Vania Katchova, Emilia Atanassova*, Irena Atanassova***

**N. Poushkarov ISSAPP, Sofia, **Forest Research Institute, BAS, Sofia, Bulgaria*

Abstract

The present study describes the basic chemical and physico-chemical characteristics of reclaimed soils and waste slag from waste dumps of Pernik coal mine basin for assessment of the present status of restoration processes following a technical and biological reclamation. The study sites are spoils near Baikusheva neighborhood, slag dumping sites and natural soils near the processed areas. Selected profiles have different vegetation: spoil 1, grass, coniferous (pine) and deciduous vegetation and spoil 2 without vegetation. It was found that organic carbon varies significantly. The pH in spoil 1 under grass vegetation and pine plantation is slightly alkaline, and in the slag dump, spoil 2 with no vegetation and under deciduous vegetation is highly to moderately acidic. The lowest pH values are reported in the slag dumping site 2 ($pH/_{H2O}$ 3.1), whereas the content of exchangeable hydrogen is highest (38.5 $cmol.kg^{-1}$) and the base elements are the lowest (35.18 %).

Key words: coal mining, reclaimed soils, soil characteristics, organic carbon, plant nutrients, cation exchange capacity

Увод

Възстановяването на нарушените от минна дейност ландшафти налага разработването и прилагането на рекултивационни мероприятия спрямо табаните с геологични материали, съпътстващи открития добивен процес. Рекултивираните табани будят научен интерес свързан с изучаване на техните свойства и процеси на почвообразуване.

В Пернишкия каменовъглен басейн мергелите са основните геологични материали, влизащи в състава на насипищата изграждани в процеса на въгледобив. Изнесени на повърхността, мергелите представляват неразложена скална маса, която под действието на външни фактори е подложена на изветрителни процеси, водещи до разпадането им в качеството на полуизветрял субстрат. Съдържанието на глина при тях варира, например неизветрелите мергели съдържат 52.0 % физична глина, а изветрелите – 66.4 %. От първичните минерали преобладават кварц и фелдшпати, а от

вторичните монтморилонит, хидрослюди и каолинит. Количеството на азота се колебае между 0.052-0.141 %, подвижния фосфор достига до 0.6 mg/100g, калият варира от 21 до 47 mg/100g. Реакцията на средата е неутрална. Съдържанието на карбонати се движи от 6.85 до 23.96 % (Личев и др., 1973; Гушевилов, 1980;). Черните въглищни шисти (които са прослойки от глина примесени с въглища), а също и сгурията (която е продукт, получен при самозапалването на черните въглищни шисти) също се срещат. Черните въглищни шисти се характеризират с наличие на известно количество сяросъдържащи минерали от рода на пирита, което ги прави токсични за растенията. Характеризират се с лек механичен състав – 18.9 % физична глина и 10.6 % ил (Гушевилов, 1977; Гушевилов и Паскалева, 1977).

Целта на настоящето проучване е да се изследват основни химични и физико-химични характеристики на естествени и рекултивирани почви и отпадни материали /сгурия/ от Пернишкия въгледобивен басейн при добив на кафяви въглища и протичащите процеси след отминал период на рекултивация в изследваните обекти.

Материал и методи

Изследването е проведено в района на Байкушева махала, общ. Перник в близост до рудник М. Толбухин и обхваща рекултивирани табани, депо за съхранение на отпадни продукти (сгуроотвал) и естествени почвени различия в близост до разработваните терени. За тази цел са проучени профили от табан 1 под различна растителност (тревна, иглолистна (черен бор) и широколистна растителност (бреза) и табан 2 (с черен бор и бреза). Пробовземането е извършено по хоризонти в естествените почви и диагностираните прослойки в табаните, които са анализирани по отношение на: pH (H_2O и KCl) потенциометрично (Аринушкина, 1962), съдържание на органичен въглерод по модифицирания метод на Тюрин (в термостат при 120 ºC за 40 минути с катализатор Ag_2SO_4) (Кононова, 1963), съдържание на минерален азот (NH_4 + NO_3) по метода на Бремнер (Bremner, 1965), съдържание на фосфор по метода на Иванов (1984), съдържание на калий по метода на Иванов (1984), сорбционен капацитет и обменни катиони по метода на Ганев-Арсова (Ганев и Арсова, 1980).

Резултати и обсъждане

Един от основните индикатори определящи почвеното плодородие е съдържанието на органично вещество. При табан 1 данни показват значително вариране в профилите, като стойностите се движат от 0.81 до 15 % под различна растителност (Табл. 1). Независимо от това се установява закономерно намаляване на органичното вещество в дълбочина. Под тревна растителност стойностите се движат от 3.13 % в повърхностния пласт до 0.81 % в долулежащия 25-50 cm пласт, което ги определя като високо запасен с органично вещество (Филчева, 2007). Рязкото намаляване в дълбочина по всяка вероятност се дължи на начална акумулация при диференциране на чимов хоризонт описан и от Иванов (2007), Иванов и др. (2007), Христова и др. (2011) в профили на естествено затревени рекултивирани почви.

Сходно е съдържанието на органично вещество в профила под борово насаждение, макар стойностите да са значително по-високи в дълбочина (табл. 1).

Според класификация (Филчева, 2007), повърхностния пласт е с високо съдържание на органично вещество (4.07 %), а по-долу разположените пластове на дълбочина до 70 cm са със средно съдържание (2.27-2.64 %). Получените стойности е трудно изцяло да се обвържат с протекли почвообразувателни процеси, но диференциацията между повърхностния и долулежащите слоеве свидетелства за тяхното начално проявление. Според други автори (Банов, 1989; Иванов, 2007, Костова и др., 2013) по-високите стойности на органичното вещество в дълбочина се дължат на присъствието на въглищни примеси, което е установено при проучването на рекултивирани насипища от други въгледобивни райони. По сходен начин може да се обясни изключително високото съдържание на органично вещество в профила под широколистна растителност (Табл. 1) от 13.7 %. Най-високи стойности са в материалите от сгуроотвала и табан 2 (органично вещество 30.2 % и 15 %), което се подтвърждава от състава на депонираните материали.

Реакцията на средата в табан 1 под затревяване и борово насаждение е слабо алкална (Табл. 1, 2) в зависимост от утвърдените гранични стойности (Койнов и др., 1980). Сходни, но малко по-ниски стойности са отчетени в насипище със селскостопанско земеползване в района на гр. Перник (Иванов, 2007). Интерес предизвикват табан 2, сгуроотвалът и профилът под широколистна растителност, при които стойностите на pH се движат от 3.1 до 4.8 и определят много силно до средно киселата реакция (Табл. 2). В съответствие с по-ниските стойности на pH е степента на наситеност с бази, която е в рамките на 61 % за сгуроотвал 1.

По отношение на табан 2, базичните елементи са с най-ниско процентно съдържание (35.18 %) в повърхностния 0-25 cm слой. Реакцията на отпадъчните материали в сгуроотвала и табан 2 (незалесен, до Шилявио табан) кореспондира на установени стойности за алумосиликатен материал със сравнително ниско съдържание на Fe и Ca с отношение $(CaO+MgO):(SiO_2+Al_2O_3) = 0,05 << 1$ (Бабачев и Петрова, 1980) и на изследванията на Haigh & Gentcheva-Kostadinova (2007) за табани от покрайнините на гр. Перник. Високо е общото съдържание на минерален азот в тези материали (Табл. 1), а стойностите на електропроводимостта са с порядък по-високи спрямо естествените почви (0.3-0.5 mS/cm в сгуроотвала и табан 2, в сравнение с 0.03-0.05 mS/cm).

За останалите проби, аналитичните данни показват висока степен на наситеност с бази. При всички изследвани почвени профили преобладава обменния калций (Табл. 2). Съдържанието на основни хранителни елементи варира в широки граници в изследваните профили. Количеството на усвоим калий е по-високо в повърхностните хоризонти (Табл. 1). С изключение на сгуроотвала, стойностите са по-високи и в сравнение с други профили от района на гр. Перник. По отношение на азота и фосфора данните варират в широки граници и е трудно да се установи закономерност в разпределение на елементите, имайки предвид характерната за табаните хетерогенност.

Почвата (Профил 1) под тревни асоциации е класифицирана като Средно излужена смолница със следната морфо-генетичната характеристика:

A^1чим 0 - 9 cm Много тъмно синкаво-кафяв (10YR3/2) свеж, рохкав, леко глинест, зърнеста структура, не шупва от солна киселина, постепенен преход

A^{II} 9 – 27 см Много тъмно синкаво-кафяв (10YR3/2) свеж, рохкав, леко глинест, зърнеста структура, не шупва от солна киселина, постепенен преход

A^{III} 27 – 47 см Много тъмно сивкаво-кафкв (10YR 3/2), свеж, плътен, леко глинест, бучковидна структура, не шупва от солна киселина, забележим преход,

АСк 47 - 60 см Кафяв (10YR4/3), свеж, слабо плътен, буцеста структура, шупва от солна киселина, слабо забележим преход

Ск 60 – 100 см Жълтеникаво-кафяв (10YR 5/4), свеж, слабо плътен, тежко песъкливо-глинест, буцеста нездрава структура, шупва силно от солна киселина.

Профил 3 също е класифициран като Средно излужена смолница, но с привнесени карбонати в (Ак) хоризонт 0-25 cm, резултат на антропогенна дейност. В долу разположените хоризонти карбонати не са установени. При двата Профила 1 и 3, разположени съответно на 3 m и 60 m от рудник Толбухин, реакцията на почвата е слабо алкална. Съдържанието на фосфор и калий в повърхностния хоризонт 0-25 cm на Профил 3 е с много високи стойности нехарактерни за естественото почвообразуване в района. Данните за Профил 1, характеризират почвите като много добре запасени с калий (Николова, 2010). Поради слабоалкалната реакция фосфорът е основно в неусвоима форма на калциеви фосфати.

Таблица 1. Основни химични свойства на изследваните почвени профили и субстрати

Профил №	Обект	Дълбочина cm	ОВ %	NH_4 NO_3 mg/kg	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g
1	Естествена почва на 3 m от рудник Толбухин под трева	0 – 10	8.04	13.8	1.7	51.8
		10 – 25	6.26	18.4	0.2	38.3
		25 – 60	4.77	26.5	0.2	36.1
		60–100	2.59	11.5	1.3	36.4
2	Сгуроотвал	0 -25	30.2	57.6	0.6	10.1
3	Естествена почва на 60 m от рудник Толбухин формирана под трева	0 – 25	7.90	18.4	155.7	776.9
		25 – 50	3.92	11.5	5.3	245.8
		50 – 70	2.44	12.1	1.7	40.7
4	Табан 1, под тревна растителност	0 – 25	3.13	10.9	2.0	66.4
		25 – 50	0.81	11.5	4.7	39.1
5	Табан 1, под черен бор	0 – 25	4.07	12.7	0.5	43.8
		25 – 45	2.27	18.4	1.3	27.8
		45– 70	2.64	17.3	0.2	33.9
6	Табан 2 незалесен	0 – 25	15.00	184.3	1.0	2.6
7	Табан 1, под широкол. растителност	0 - 25	13.72	13.8	2.5	47.2

Таблица 2. Сорбционен капацитет, обменни катиони и степен на наситеност с бази в изследваните изследваните почвени профили и субстрати

Профил №	Обект	Дълбо-чина cm	pH/ H_2O	$T_{8,2}$	T_{CA}	T_A	Обм $H_{8,2}$	Обм Al	Обм Ca	Обм Mg	Степен на наситеност с бази %
				cmol.kg^{-1}							
1	Естествена почва на 3 m от рудник Толбухин	0 – 10	7.2	58.7	-	-	1.1	0.0	55.5	2.1	98.12
		10 – 25	7.4	58.4	–	–	0.0	0.0	56.3	1.7	99.31
		25 – 60	7.6	62.2	–	–	0.0	0.0	60.0	2.2	100
		60–100	7.7	51.0	–	–	0.0	0.0	49.2	1.8	100
2	Сгуроотвал	0-25	3.9	42.8	28.3	14.5	16.5	1.9	21.1	5.2	61.44
3	Естествена почва на 60 m от рудник Толбухин	0 – 25	7.7	42.3	–	–	0.0	0.0	38.2	4.1	100
		25 – 50	7.8	48.4	–	–	0.0	0.0	44.5	3.9	100
		50 – 70	7.8	50.9	–	–	0.0	0.0	47.8	3.1	100
4	Табан 1, под тревна растителност	0 – 25	7.7	34.1	–	–	0.0	0.0	30.0	4.1	100
		25 – 50	7.8	20.4	–	–	0.0	0.0	19.0	1.4	100
5	Табан 1, под черен бор	0 – 25	8.1	35.3	–	–	0.0	0.0	29.2	6.1	100
		25 – 40	8.2	34.4	–	–	0.0	0.0	28.5	5.9	100
		40 – 70	8.2	31.0	–	–	0.0	0.0	25.0	6.0	100
6	Табан 2 незалесен	0 – 25	3.1	59.4	36.0	23.4	38.5	15.0	17.0	3.9	35.18
7	Табан 1, под широкол.раст	0-25	4.8	45.8	28.8	17.0	18.2	1.1	23.0	4.8	60.69

Заключение

Изследваните обекти, естествени и рекултивирани почви и субстрати, се различават по произход на съставните материали, както и по химичните и физико-химичните си характеристики, което предопределя различена буферна способност при външни източници на влияние.

Съдържанието на органичното вещество в рекултивираните табани свидетелства за проява на елементарни процеси на почвообразуване, свързани с хумусообразуване и хумусонатрупване основно в повърхностните слоеве. Високата степен на наситеност с бази и преобладаването на обменен калций определят благоприятен физико-химичен статус на рекултивираните табани.

Благодарности

Настоящата статия се публикува с финансовата подкрепа на Договор ФНИ Е 02/97, на тема „Статистическо моделиране на риска за околната среда и човека от замърсяване на почви с тежки метали.

Литература

Аринушкина, Е. В. 1962. Руководство по химическому анализу почв. Издательство Московского Университета. Москва. 490 с.

Бабачев, Г.Н., М. Петрова. 1980. Комплексно използване на пепелите и сгуриите от ТЕЦ, Техника, София.

Банов, М. 1989. Изучаване на някои почвено генетични промени при рекултивирани земи без хумусно покритие от района на СО "Марица – Изток". *Дисертация за присъждане на научна степен "Кандидат на селскостопанските науки"*. СА ИППД "Н. Пушкаров". София. 188 с.

Ганев, С., Арсова, А. 1980. Методи за определяне на силно киселинния и слабо киселинния катионен обмен в почвата. *Почвознание и Агрохимия*. кн. 3. с. 22-33.

Иванов, П. 1984. Нов ацетатно-лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий в почвата. *Почвознание и Агрохимия*. кн. 4. с.88-98.

Иванов, П. 2007. Почвообразувателни процеси в рекултивирани земи от възстановени ландшафти, нарушени от промишлена дейност, при различни начини на използване. *Дисертация за образователна и научна степен "Доктор"*. НЦАН, ИП "Н. Пушкаров", София, 156 с.

Иванов, П., Е. Филчева, М. Банов. 2007. Съдържание и състав на органичното вещество в рекултивирани след минна дейност земи. *Почвознание, агрохимия и екология,* год. XLI, кн. 1, 27-30.

Койнов, В., Г. Гюров, Б. Колчева. 1980. Почвознание. Земиздат. София. 300 с.
Кононова, М. М., 1963. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. АНСССР. Москва. 314 с.

Костова С., В. Илинкин, Р. Петрова. 2013. Физико-химична характеристика на техногенни почви, формирани при добив на въглища в района на Перник. Сборник на V-та национална студентска конференция "Управление и устойчиво използване на биологичните ресурси", V-та Национална Студентска Научна Конференция „Управление И Устойчиво Използване На Биологичните Ресурси". (под печат)

Николова, М. 2010. Калият - хранителен елемепт за добив и качество. IPI Research Topics No 18, International Potash Institute, Horgen · Switzerland · 2010.

Филчева, Е. 2007. Характеристика на почвите в България по съдържание, състав и запаси на органично вещество. Групиране на почвите в България. Издание със съдействието на проект "Устойчиво управление на земите". София. 191 с.

Христова, М., В. Цолова, М. Банов, П. Иванов. 2011. Педогенезис в Техногенни почви с различен рекултивационен профил. *В: И. Атанасов и др. (Ред.). Научни доклади – Международна конференция – „100 години почвена наука в България". 16-20 май 2011.* София. част 1. ISBN 978-954-749-088-8. PublishScieSet-Eco, София, 186-190.

Bremner, J. M. 1965. Inorganic Forms of Nitrogen. *In: C. A. Black et al., (Eds.). Methods Of Soil Analyses. Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. № 9, Agronomy. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA. p. 1179-1237.

Filcheva, E., Noustorova, M., Gentcheva-Kostadinova, S. and Haigh, M.J. 2000. Organic accumulation and microbial action in surface coal mine spoils, Pernik, Bulgaria. Ecol. Eng., 15: 1–15.

Haigh M. & Gentcheva-Kostadinova S. 2007. Geomorphological Impact of Erosion Control Measures on a Steep Coal-Spoil Embankment, Pernik, Bulgaria, Pages 179-183**.**

СЪВРЕМЕННИ ПОДХОДИ ЗА ОЦЕНКА НА СТРУКТУРНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОЧВИТЕ ЧРЕЗ КРИВИТЕ НА ВОДОЗАДЪРЖАНЕ

Милена Керчева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

RECENT DEVELOPMENTS IN SOIL STRUCTURE CHARACTERISATION VIA WATER RETENTION CURVES

Milena Kercheva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Soil water retention data were approximated by van Genuhten (1980) equation, log-normal distribution (Kosugi, 2004) and double exponential equation (Dexter et al., 2008) using data at 18 suctions and at 7 suctions. The number of the experimental points does not effect the estimated parameters and the accuracy of Van Genuhten's and Kosugi's models. The double exponential equation is suitable for describing bi-modal soil porous system but it is more sensitive to the reduction of the experimental water retention data.

***Key words**:* water retention curves, structural and matrix porosity, bi-modal soils

Увод

Структурата на почвата може да се характеризира освен чрез твърдата фаза (почвените агрегати), така и чрез порите и функциите, които те изпълняват (Letey, 1991). Утвърден подход за описание на структурата на поровото пространство е използването на зависимостта между влагосъдържанието и потенциала на водата в почвата (крива на водозадържане) (Качинский, 1965; Hillel, 1980; Kutilek and Nielsen, 1994; Шейн, 2005). Най-често се използват характерни точки от кривата, разграничаващи различни категории пори: например, задържащи неусвояема от растенията вода при потенциал над 1500 kPa (влажност на завяхване); задържащи усвояема за растенията вода при потенциал от 1500 kPa до 30 kPa (или до 10 kPa според някои автори, Дилкова, 1986, 2014); аерационни пори, задържащи вода при потенциал под 30 kPa (респ. под 10 kPa). В последната категория се включват порите с дренажна функция и пукнатините. Друг често използван подход, при анализ на кривата на водозадържане, се базира на т.н. капилярна теория, според която поровото пространство се моделира като сноп от цилиндрични капиляри (или туби със стеснени отвори, според някои модификации на този модел). Ефективният радиус (r, cm) на въображаем цилиндричен капиляр, обезпечаващ същите капилярни свойства, както реалната почва, се изчислява по приложеното отрицателното налягане ($-h$, cm воден стълб) по формулата на Жюрен: $h=a/r$, където a зависи от контактния ъгъл, повърхностното напрежение на течността и геометрията на порите и е 0.149 cm^2 за системата въздух-вода-почва. По този начин може да се получи разпределението на порите по размери в кумулативен или диференциален вид, както и да се асоциират различните категории пори със стойности на ефективните диаметри. Горепосочените потенциали на водата съответстват на пори с ефективни диаметри по-малки от 0.2 μm,

между 0.2 μm и 10 μm (30 μm) и по-големи от 10 μm (30 μm). Този тип интерпретиране на кривата на водозадържане е в основата на редица класификации на порите по размери (Hall et al., 1977; Greenland, 1981) и критерии за оценка на структурата на поровото пространство, които се използват и у нас (Шопски и кол., 1985; Дилкова, 1986; 2014).

Освен посочените, най-често използвани в практиката, характеристики на поровото пространство, Качински (1947) дефинира вътрешноагрегатни (интрапедални/матрични) пори и междуагрегатни (интерпедални/структурни) пори. Той предлага лабораторен метод за измерване на агрегатните пори, а междуагрегатните се изчисляват като разлика до общата порьозност. Разделянето на поровото пространство на тези две категории пори, води до би-модално разпределение на порите по размери.

Най-често използваният метод за апроксимиране на данните от сигмоидалната крива на водозадържане, респ. разпределението на порите по размери е уравнението на Ван Генухтен (Van Genuhten, 1980; Русева, 2001). Кутилек (Kutilek and Jendel, 2008) и Декстер (Dexter et al., 2008) определят това уравнение като емпирично, но тъй като в литературата са посочени редица връзки на параметрите му с някои почвени характеристики, то може да се разглежда и като полуемпирично (Kutilek et al., 2009). За да опишат поровото пространство при би-модални почви Othmer et al. (1991) използват две уравнения на на Ван Генухтен, прилагайки ги за структурната и матричната област поотделно. Физически обосновани модели, свързани с вида на разпределение на порите, което според някои автори е лог-нормално (Brutsaert, 1966), са използвани за описание на кривата на водозадържане (Pachepsky et al., 1992; Kosugi, 1994), а по-късно са доразработени и за би-модални почви (Kutílek, 2004a,b; Kutílek, Jendele, 2008; Kutílek et al., 2009). Алтернативен, по-лесно приложим подход за описание на би-модалност е двойното експоненциално уравнение (Dexter et al., 2008).

Целта на настоящото изследване е да се оцени точността на апроксимация на кривата на водозадържане чрез полу-емпиричния модел на Ван Генухтен, лог-нормалния модел на Косуги и двойното експоненциално уравнение на Декстер при различен брой експериментални точки от кривата на водозадържане и да се анализира разпределението на порите по размери чрез диференциалната крива на порьозността.

Материал и методи

Изследвани са три математически функции за описание на кривата на водозадържане: уравнение на Ван Генухтен (Van Genuhten, 1980); двойно експоненциално уравнение (Dexter et al., 2008); лог-нормално разпределение (Kosugi, 1994; Kutílek, 2004).

Нелинейната апроксимация на **уравнението на Ван Генухтен** (van Genuhten, 1980) е извършена при допускане m=1-1/n (Mualem, 1976) и полагане на W_{res}=0 в случай на отрицателни стойности. В този случай се оценяват три параметъра - W_{sat} (влажност при насищане), α (реципрочна стойност на пробивното налягане на въздуха) и n (мярка за разпределението на порите, n>1) в нелинейното уравнение:

$$W = \left(W_{sat} - W_{res}\right) \cdot \left(1 + \left(\alpha \cdot h\right)^{n}\right)^{-m} + W_{res} \qquad (1)$$

където W е влажността на почвата в $cm^3.g^{-1}$ при матричен потенциал h (hPa). Параметрите на уравнението са използвани за изчисляване на т.н. S-параметър (Dexter, 2004, 2006), представляващ наклон на кривата на водозадържане в инфлексната й точка W_i (ур. 2) и е индикация за степента на концентриране на порите в тесен диапазон от размери :

$$S = -n \cdot (W_{sat} - W_{res}) \cdot \left[1 + \frac{1}{m}\right]^{-(1+m)} \quad (2)$$

$$W_i = (W_{sat} - W_{res}) \cdot \left[1 + \frac{1}{m}\right]^{-m} + W_{res} \quad (3)$$

Според Декстер (Dexter, 2004), параметърът S е показателен за качеството на почвата, като абсолютните стойности на този параметър са граници на четири категории качество на почвата: S<0.020 много лошо, 0.020 ≤ S<0.035 лошо, 0.035 ≤ S<0.050 добро, S≥ 0.050 много добро.

Двойно експоненциално уравнение е предназначено за описание на би-модално разпределение на порите (Dexter et al., 2008):

$$W = C + A_1 e^{(-h/h_1)} + A_2 e^{(-h/h_2)} \quad (4)$$

където C е остатъчното водно съдържание при потенциал $h \rightarrow \infty$, когато $h_1 > h_2$ това са потенциалите, при които се извлича водата от матричното и структурното порово пространство. Количеството матрични и структурни пори са пропорционални съответно на A_1 и A_2. Петте параметри на нелинейното уравнение се оценяват чрез интерполация на експерименталните данни.

Kosugi (1994) използва л**ог-нормална функция** за описание на разпределението на радиуса на порите и връзката между радиуса и потенциала за да опише кривата на водозадържане, като функция на относителното водонасищане от потенциала (h):

$$\frac{\theta - \theta_{res}}{\theta_{sat} - \theta_{res}} = \frac{1}{2} \cdot erfc\left[\frac{\ln(h/h_m)}{\sigma\sqrt{2}}\right] \quad (5)$$

където *erfc* е допълнителната функция на грешката (complementary error function), h_m е налягането, свързано със средно геометричния радиус r_m, σ е стандартното отклонение на логаритмично трансформирания радиус, θ_{sat} е водното съдържание в обемни проценти при водонасищане, а θ_{res} – остатъчното. Видът на формулата позволява да се използват данни за влажността на почвата и в тегловни проценти - W.

Kutílek (2004a,b) прилага уравнение (5) при би-модалните почви поотделно за структурните (*1*) и матричнити пори (*2*), а общата крива се получава от суперпозиция на двете криви. За разделянето на двете области е използван минимумът в експерименталната диференциална крива на водозадържане. Тази граница (h_a) се асоциира с пробивното налягане на възуха за матричната област (Kutílek, Jendele, 2008). Остатъчното водно съдържание в матричната област, според авторите е в диапазона на хигроскопичната влажност, като те приемат θ_{R2}=0.5 WP (WP-влажност на завяхване).

Оценките на параметрите в нелинейните уравнения 1, 4 и 5 са определени чрез итерации по метода на най-малките квадрати с програмния пакет Origin61. Според Wraith, Or (1998), това може да се извърши и в среда на Excel. Тъй като функцията *erfc*

(ур. 5) не е вградена в Origin61, използвахме следната апроксимация (http://fabweb.ece.uiuc.edu/utilitis/erfc):

$$erfc(z) = (0.3480242 \cdot t + (-0.0958798) \cdot t^2 + 0.7478556 \cdot t^3) \cdot \exp(-z^2), \quad (6)$$

където $z = \left[\frac{\ln(h/h_m)}{\sigma\sqrt{2}} \right]$, t=1/(1+0.47047.z).

Използвани са експериментални данни за водозадържането при 18 стойности на матричния потенциал, получени от Донева (1977) за хумусен хоризонт (A1, 0-27 cm) на карбонатен чернозем от опитно поле Тръстеник. Това позволява да се сравнят апроксимациите с уравненията при различен брой експериментални точки от зависимостта водозадържане-матричен потенциал. В случая е направено сравнение с апроксимациите по 7 точки, които могат да се определят с капиляриметър с висящ воден стълб, с мембранна преса и по хигроскопичен метод. Точността е оценена чрез средноквадратична грешка (RMSE) и чрез относителната квадратична грешка (RSE) между измерени (y_i^m) и изчислени (y_i^f) стойности на влажността при n на брой потенциали n=18 и n=7 (Kutílek, Jendele, 2008):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i^f - y_i^m)^2}{n}} \quad (7)$$

$$RSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i^f - y_i^m)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i^m - \bar{y}^m)^2}} \quad (8)$$

където $\bar{y}^m$ е средноаритметично от n измерени стойности.

Резултати и обсъждане

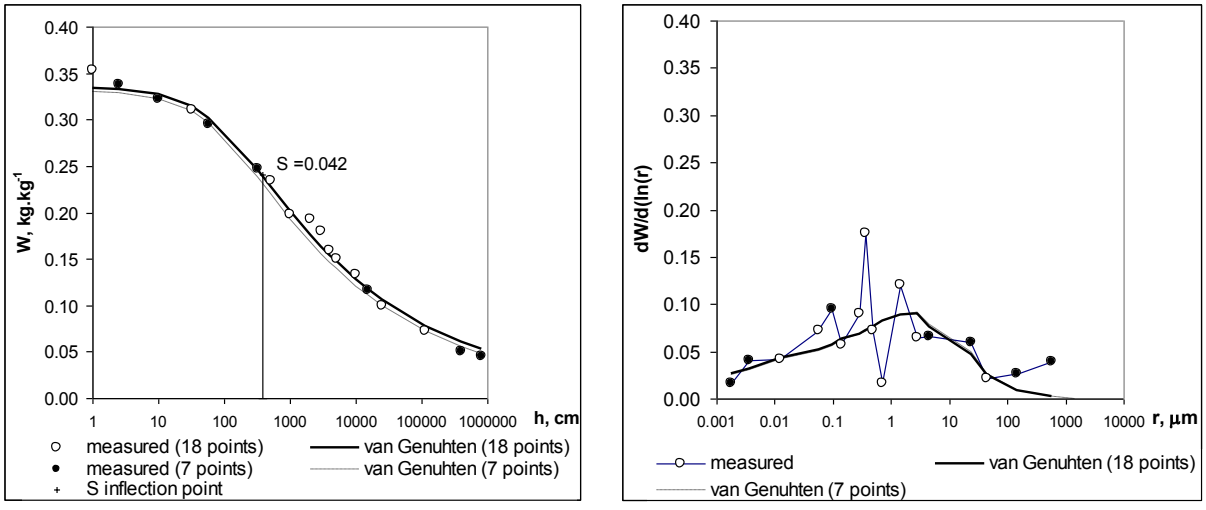
Параметрите на уравнения 1, 4 и 5, получени с данни за влажността на почвата при 18 и при 7 стойности на матричния потенциал, както и грешките на апроксимациите са представени в Таблица 1. Експерименталните и апроксимирани с трите модели кумулативни криви на водозадържане са представени на фигури 1a, 2a и 3a. Криви на диференциалната порьозност (dW/d(ln(r)) в зависимост от ефективния радиус на порите r (в логаритмична скала) са представени на фигури 1b, 2b и 3b. Върху експерименталната крива на диференциална порьозност се установяват три локални максимума, които съответстват на размер на порите 0.1, 0.4 и 1.4 μm, от които най-добре е изразен вторият максимум.

Както се вижда от получените резултати и трите уравнения дават добри апроксимации при използване на 18 точки от зависимостта влажност-матричен потенциал. Намаляването на точките до 7 не се отразява съществено върху оценките на параметрите и средноквадратичната грешка (RMSE) при уравненията на Ван Генухтен (ур. 1) и на Косуги (ур. 5), но се отразява върху относителната квадратична грешка (RSE), която се увеличава от 0.09 на 0.166 и 0.123, съответно (Таблица 1). Kutílek, Jendele (2008) посочват, че при оценка на ефективността на нелинейни апроксимации, следва да се предпочете относителната квадратична грешка. Индексът за качество

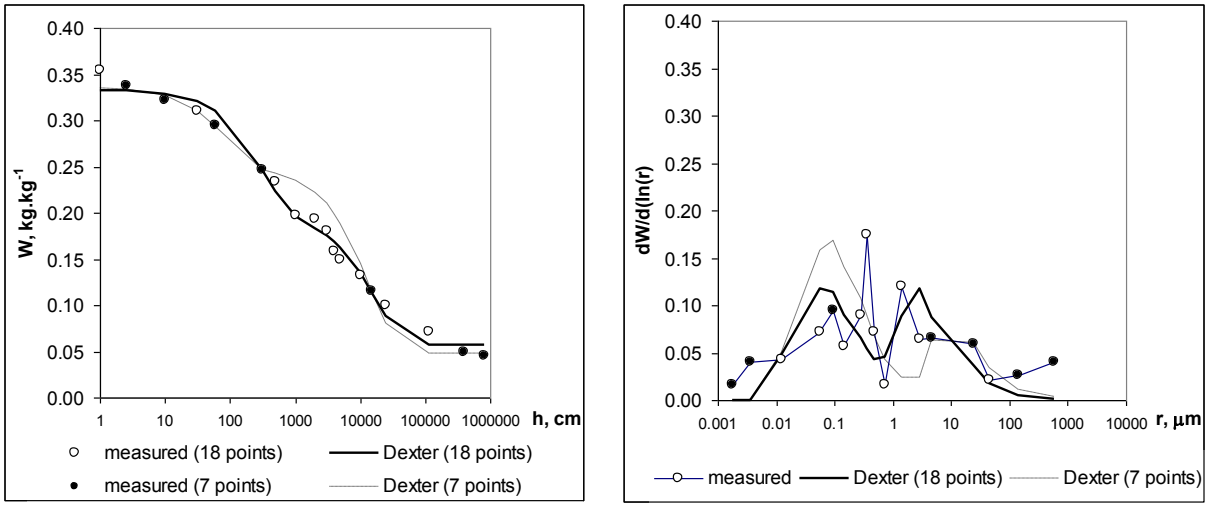
S=0.042, изчислен чрез уравнението на Ван Генухтен (ур. 2) също не се променя съществено при двата набора от експериментални точки и показва добро качество на изследвания повърхностен почвен хоризонт на карбонатния чернозем. Двойното експоненциално уравнение на Декстер (ур. 4) е най-чувствително към намаляване на броя на експерименталните точки – и двете грешки се увеличават повече от два пъти. Съществено се променят и параметрите на модела – увеличава се A_1 , който е свързан с количеството на матричните пори, от 0.142 на 0.202, и се намалява обема на структурните (параметъра A_2) - от 0.135 на 0.087. Радиусът на порите, при който се изпразва структурното пространство (определен от h_2) се променя от 4.4 μm на 16 μm. Тази нестабилност на оценката се дължи на факта, че уравнението е предназначено да описва би-модално разпределение чрез пет параметри, което изисква повече на брой изходни данни.

Таблица 1. Параметри на уравненията за апроксимиране на кривата на водозадържане

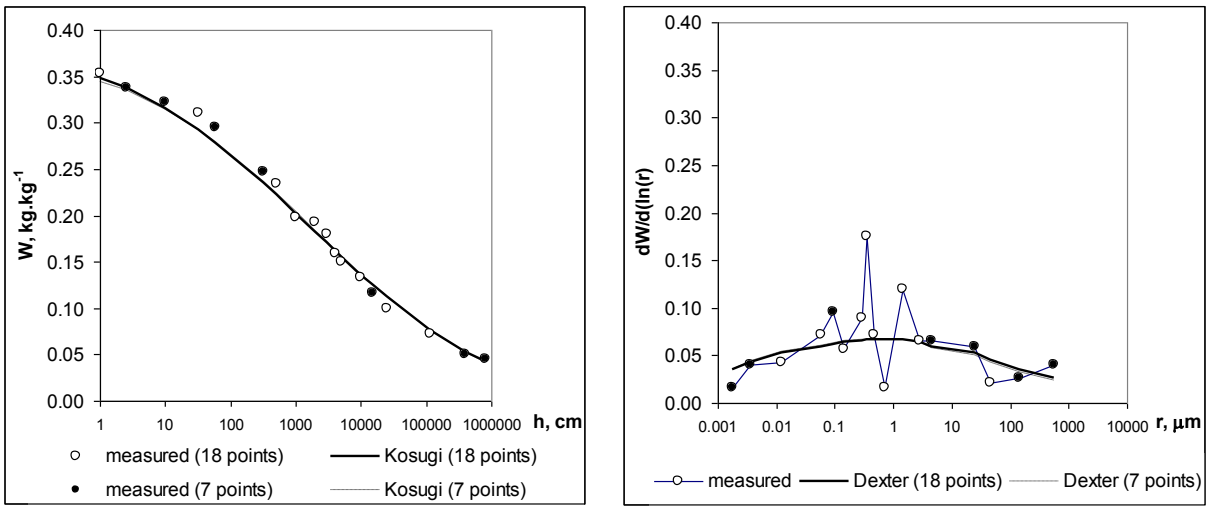
Ван Генухтен (ур.1)			**Декстер (ур. 4)**			**Косуги (ур. 5)**		
Параметри	18 т.	7 т.	Параметри	18 т.	7 т.	Параметри	18 т.	7 т.
W_{sat}	0.334	0.3305	C	0.057	0.048	W_{sat}	0.377	0.368
W_{res}	0	0	A_1	0.142	0.202	W_{res}	0	0
α	0.011	0.0117	h_1	17253.2	13961.7	h_m	1632.	1970.6
n	1.203	1.211	A_2	0.135	0.0874	σ	5.145	4.997
m	0.169	0.174	h_2	332.73	90.62			
RMSE	0.009	0.012	RMSE	0.010	0.021	RMSE	0.009	0.009
RSE	0.092	0.166	RSE	0.105	0.281	RSE	0.093	0.123



Фигура 1. Крива на водозадържане при 18 и 7 потенциала (плътни кръгчета), апроксимирани с уравнението на Ван-Генухтен (a). Диференциална порьозност (b). Карбонатен чернозем, хоризонт A1 (0-27 cm) (Донева, 1977).



Фигура 2. Крива на водозадържане при 18 точки и 7 потенциала (плътни кръгчета), апроксимирани с уравнението на Декстер (a). Диференциална порьозност (b). Карбонатен чернозем, хоризонт A1 (0-27 cm) (Донева, 1977).



Фигура 2. Крива на водозадържане при 18 и 7 потенциала (плътни кръгчета), апроксимирани с уравнението на Косуги (a). Диференциална порьозност (b). Карбонатен чернозем, хоризонт A1 (0-27 cm) (Донева, 1977).

Заключение

Броят на експерименталните точки не влияе върху параметрите и оценките на точността на апроксимация на кривата на водозадържане чрез полу-емпиричния модел на Ван Генухтен и лог-нормалния модел на Косуги. За би-модално разпределение на порово пространство следва да се предпочете модификацията на модела на Косуги от Кутилек или двойното експоненциално уравнение на Декстер. Както показват резултатите от настоящото изследване, двойното експоненциално уравнение е силно чувствително към намаляване на броя на експерименталните точки. Параметризирането на кривата на водозадържане и порово пространство се използва в симулационните хидрологични модели за прогнозиране на влагопроводността и при скалиране на тази

силно вариращa в пространството физична характеристика. Тази информация е полезна и за оценка на промените в порово пространство под външни въздействия.

Литература

Качинский Н. А. (1947). О структуре почвы, некоторых водных ее свойствах и дифференциальной порозности. *Почвоведение*, № 6, стр. 336-348.

Качинский Н. А. (1965). Физика почвы. Часть I. Изд. Высшая школа. Москва. 323 стр.

Дилкова Р. (1986). Структура и аерация на главните почвени различия в България. Хабилитационен труд. ИП "Н. Пушкаров". София.

Дилкова Р. (2014). Структура, физични свойства и аерация на почвите в България. Изд. PSSE. 300 стр.

Донева Е. (1976). Характер и влияние на хидрофизичните свойства на почвата върху влагообмена на ненаситена почва. Дисертация за присъждане на научна степен „Кандидат на селскостопанските науки".ВИСИ.

Русева Св. (2001). Параметризиране на хидроложките характеристики на българските почви. *Сп. Почвознание, агрохимия и екология*, год. XXXVI, 4-6, 48-50.

Шейн Е. В. (2005). Курс физики почв. Учебник. Изд. МГУ. 432 стр

Шопски Н., Е. Донева, И. Николов. (1985). Характерни особености на водно-физични свойства на тежки повърхностно преовлажнени почви във връзка с тяхното мелиориране. *Сп. Почвознание, ахрохимия и растителна защита*. Год. XX, №2, стр. 16-23.

Brutsaert W. (1966). Probability laws for pore size distribution. *Soil Science*, 101: 85–92.

Dexter A.R. (2004). Soil physical quality. Part III: unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. Geoderma 120:227-239.

Dexter A.R. (2006). Application of S-theory in tillage research. 17th Triennial Conference. Proceedings of ISTRO 17. Christian-Albrechts-University, Kiel, Germany. CD-ROM. (ISBN 3-9811134-0-3). 429-442

Dexter A.R., E.A. Czyz, G. Richard, A. Reszkowska. (2008). A user-frindly water retention function that takes account of the textural and structural pore spaces in soil. *Geoderma*, 143:243-253.

Hall D.G.M, M.R. Reeve, A.J. Thomasson, V.F. Wright. (1977). Water retention porosity and density of field soils. *Soil Survey Technical Monograph*, v. 9, Harpenden, U.K

Hillel D. (1980). Fundamentals of Soil Physics. Academic Press. New York. 413 p.

Greenland D. J. (1981). Soil management and soil degradation. *Journal of Soil Science*, 32, No 3, Clarendon Press, Oxford.

Kosugi K. (1994). Three-parameter lognormal distribution model for soil water retention. *Water Resources Research*, 30: 891–901.

Kosugi K., J. W. Hopmans. (1998). Scaling water retention curves for soils with lognormal pore-size distribution. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 62:1496-1505.

Kutílek M., D.Nielsen.(1994). Soil Hydrology. GeoEcology. Textbook. Catena Verlag. 370 p.

Kutílek M. (2004a). Soil hydraulic properties as related to soil structure. *Soil and Tillage Research.* 75, 175-184.

Kutílek M. (2004b). Soil water in the system of hydropedology. EUROSOIL 2004. http://www.bodenkunde2.uni-freiburg.de/eurosoil/abstracts/id1116_Kutilek_full.pdf

Kutílek M., L. Jendele. (2008). The structural porosity in soil hydraulic functions – a Review. Soil & Water Res., 3 (Special Issue 1): S7–S20

Kutílek M., L. Jendele, M. Krejča. (2009). Comparison of empirical, semi-empirical and physically based models of soil hydraulic functions derived for bi-modal soils. *Journal of Contaminant Hydrology*. 104: 84–89.

Letey J. (1991). The study of soil structure—Science or art. *Australian Journal of Soil Research.* 29 (6), 699–707.

Othmer H., B. Diekkrüger, M. Kutílek. (1991). Bimodal porosity and unsaturated hydraulic conductivity. *Soil Science*, 152: 139–150.

Van Genuchten M. T. (1980). A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44, 892-898.

Wraith J.M., D. Or. (1998). Nonlinear parameter estimation using spreadsheet software. *J. Nat. Resour. Life Sci. Educ*. 27: 13-19.

БОНИТИРОВКА И КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ С ТИПИЧНИ ЧЕРНОЗЕМИ, СРЕДНО МОЩНИ, СРЕДНО ПЕСЪКЛИВО-ГЛИНЕСТИ В ЗЕМЛИЩЕТО НА СЕЛО ТРАЙКОВО, ОБЩИНА ЛОМ

Иванка Любенова, Венета Кръстева
ИПАЗР *„Н. Пушкаров", София*
E-mail: ivlyubenova@gmail.com

LAND EVALUATION AND CATEGORIZATION OF THE AGRICULTURAL LANDS COVERED WITH TYPICAL CHERNOZEMS, WITH AVERAGE DEPTH, WITH AVERAGE SAND AND CLAY CONTENT ON THE LANDS BELONGING TO THE TRAIKOVO VILLAGE, LOM MUNICIPALITY

Ivanka Lyubenova, Veneta Krasteva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Information is presented about the field ratings and categorization of the agricultural lands covered with typical Chernozems, with average depth, with average sand and clay content on the lands belonging to the Traikovo village, Lom municipality. The results indicate that the lands are with average agronomic rating of 76 and are part of the third category in conditions without irrigation. The typical Chernozems in the lands of Traikovo have a very good agroecological potential also for growing grapevines (precocious, middle precocious and late – field rating 94), wheat (field rating 86) and apples (field rating 83). In conditions with irrigation the average field ratings is 98 and lands fall in the first category. The number of crops that have a high field rating (85-119) in conditions with irrigation is significantly higher: corn (precocious, middle precocious, middle late, late, very late), pears, cherries, alfalfa, sugar beet, tomatoes (middle precocious and late), peppers, peaches, plums, Burley tobacco, soya (middle precocious and middle late), sunflower. For all these crops there are suitable conditions for growing them on typical Chernozems.

Key words: field ratings, categorization, agroecological potential, typical Chernozems, soil rating

Увод

В условията на пазарна икономика от изключително важно практическо значение е извършването на относителна оценка на земеделските земи по отношение на тяхната пригодност за отглеждане на земеделски култури. По същество тази оценка представлява комплексна научно-приложна дейност, извършвана с цел да отговори на нуждите на земеделското производство и по-конкретно в растениевъдния отрасъл. Същността на бонитета на земеделските земи е да се оценят определени почвени и климатични фактори, влияещи върху развитието, растежа и продуктивността на различни земеделски култури.

Основната цел на настоящата разработка е да се оцени агроекологичният потенциал на земеделските земи с Типични черноземи, средно мощни, средно песъкливо-глинести в землището на с. Трайково, община Лом и да се установи пригодността им за отглеждане на земеделски култури.

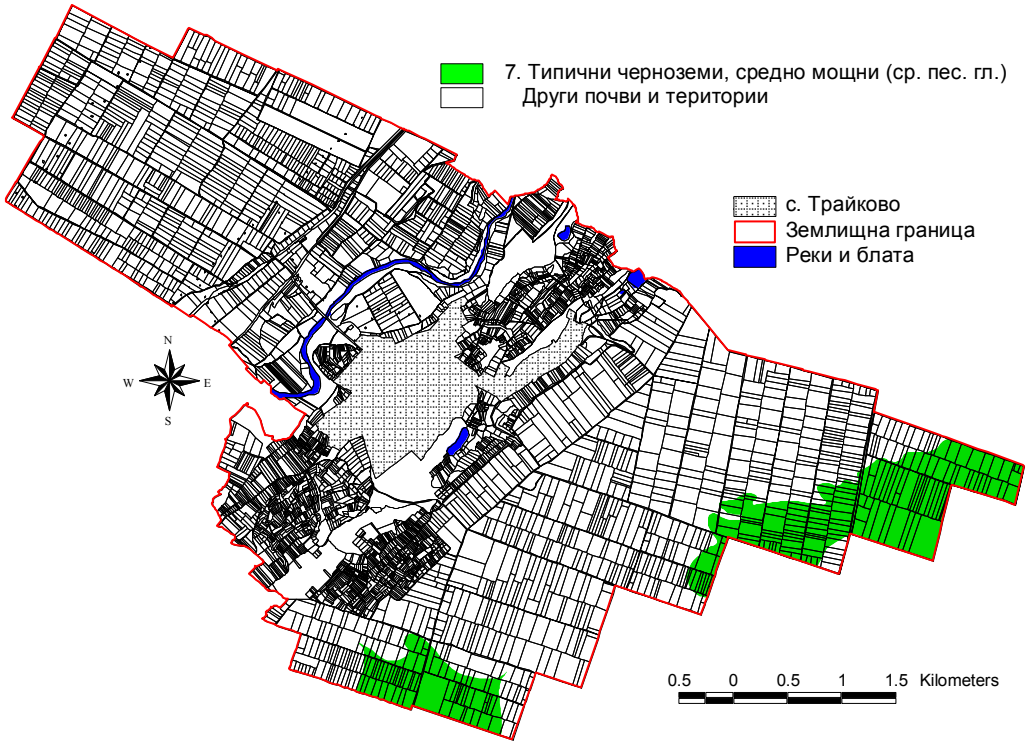
Материал и методи

Землището на село Трайково (ЕКТТЕ 72940) се намира в Северозападна България, като административно е към община Лом, област Монтана. Трайково е разположено на източния бряг на река Лом, на 9.5 km югозападно от град Лом. Географските координати на землището са 43.7500000^0 географска ширина и 23.2169991^0 географска дължина, а надморската височина е от 50 до 150 m.

Общата площ на Землище Трайково е 49686 декара.

Основните почвени различия на територията на с. Трайково са: Карбонатни, Типични и Излужени черноземи, Алувиални и Алувиално-ливадни почви.

Обект на бонитетната оценка са Типичните черноземи, средно мощни, средно песъкливо-глинести (почвено различие № 7 от картата на едромащабното (М 1:10000) почвено проучване на страната (Фигура 1).



Фиг. 1. Типични черноземи, средно мощни, средно песъкливо-глинести в землище Трайково

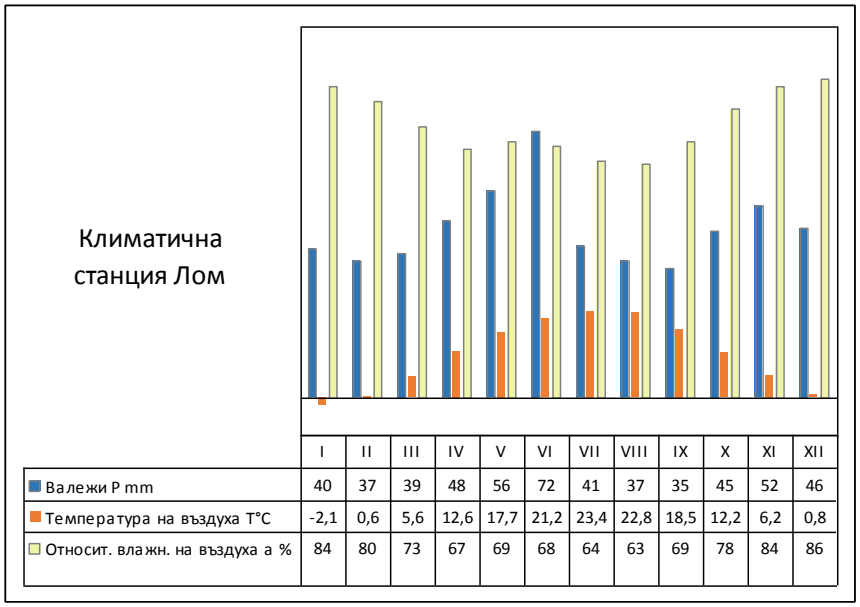
Бонитетната оценка е извършена въз основа на приетата у нас "Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ" (Петров и др., 1988г.).

Данните за почвените и подпочвените характеристики, на които е направена оценка са от архивите на ИПАЗР „Н. Пушкаров" и са обобщени на табл. 1

Климатичните данни са на НИМХ-БАН от най-близката метеорологична станция – гр. Лом, обобщени за 45 годишен период (фиг. 2, табл. 2).

Таблица 1. Първична база почвени данни за почвените и подпочвени характеристики

№	Наименования на характеристиките	Данни:
1.	Мех. състав на орницата (физ. гл., %)	36
2.	Мех. състав на подорн. (физ. гл., %)	36
3.	Слоистост на почвата (да/не)	n.d.
4.	Чакълестост на почвата (да/не)	n.d.
5.	Мощност на хумусния хоризонт (cm)	70
6.	Мощност на почвения профил (cm)	98
7.	Текстурен коефициент	1.0
8.	Почвена реакция (pH във водна суспензия)	6,9
9.	Хумусно съдържание (%)	2,6
10.	Ниво на подпочвените води (cm)	n.d.
11.	Степен на ерозия	E^0
12.	Степен на акумулация	A^0
13.	Агропочвена група	1
14.	Степен на кам.(камъни чакъл в орн., обемни %)	n.d.
15.	Степен на засол. (водно разтв. соли и обм. Na %)	n.d.
16.	Наличие на твърда скала от 0 до 30 cm (да/не)	n.d.
17.	Наличие на твърда скала от 30 до 50 cm (да/не)	n.d.
18.	Среден наклон на склона (в градуси)	3



Фиг. 2. Средни месечни количества валежи, температури на въздуха и относителната влажност на въздуха (станция Лом)

Основните почвени показатели (механичен състав - орница и подорница, мощност на хумусния хоризонт и почвения профил, pH, хумус и др.) са параметрирани

и оценени чрез почвени балове, които представляват своеобразна оценка на почвения субстрат. Деградационните процеси като: степен на ерозия, засоляване, каменистост и заблатяване са отразени чрез корекционни коефициенти със стойности от 0.0 до 1.0.

Таблица 2. Брой на дните със средни денонощни теператури на въздуха (t^0) по-високи от 0, 5, 10,15 ^{0}C и температурни суми в тях (станция Лом)

Ср. денонощни t (^{0}C)	Брой дни	∑ t ^{0}C
> 0 ^{0}	316	4285
> 5 ^{0}	252	4155
> 10 ^{0}	205	3800
> 15 ^{0}	155	3175

Влиянието на климатичните условия е отчетено чрез корекционни коефициенти за климат, различни за всяка селскостопанска култура. Средният агрономически бал отразява общата агрономическа стойност на оценяваната земеделска земя, изразена численно. Максималната стойност на САБ е 100 бала (1-ва категория) и колкото категорията на земята е по-висока, толкова по-голям набор от култури могат да се отглеждат върху нея.

Резултати и обсъждане

Следвайки указанията на цитираната вече методика е извършена бонитетна оценка на Типичните черноземи, средно мощни, средно песъкливо-глинести от поземления фонд на землището на с. Трайково. Изчислени са средните агрономически балове (САБ) и са определени бонитетните категории при неполивни и поливни условия.

Бонитетната експертиза установи, че земеделските земи с Типични черноземи са със среден агрономически бал 76 (при неполивни условия) и 98 (при поливни условия) – съответно 3-та и 1-ва категория земи.

При неполивни условия Типичните черноземи спадат към групата на „много добри земи” (80-100 бала) като бонитета за лозя е 94 бала, за пшеница 86 бала, а за ябълки 83 бала. (Табл. 10.1)

„Добри земи” (ПБЧ 60 - 80 бала) са за отглеждане на круши, череши, царевица (всички хибридни групи), люцерна, слънчоглед, захарно цвекло, сливи, памук, праскови, едролистен тютюн, ранни картофи, средно ранна соя.

Като „Средно добри земи” (40 - 60 бала) са оценени за отглеждане на средно късна соя, ливади, пасища и ориенталски тютюн.

Това почвено различие не е подходящо за отглеждане на малини (34 бала) и попада в групата на „лоши земи” (20 - 40 бала). Неподходящи са за отглеждане на късни картофи (16 бала) и по отношение на тази култура спадат към „непригодни земи“ (0 - 20 бала). Тук трябва да се отбележи, че неблагоприятните условия за картофи и малини са в следствие на по-високите температури по времето, когато тези култури преминават през основни фази от своето развитие, които изискват по-ниски

температури и по-висока атмосферна влажност. Тези фактори и условия са отразени в бонитетната оценка, ето защо бонитетните балове са с по-ниски стойности.

При поливни условия, много от културите преминават от втора група „добри земи“ в първа група „много добри земи“ с оценка над 80 бала – царевица (всички хибридни групи), круши, череши, люцерна и др. (Табл. 10.2).

Изследваните почви са определени като „добри земи” (ПБЧ 60 - 80 бала) за отглеждане на ранни домати, ливади, пасища, ранни картофи и памук.

„Средно добри земи” (40 - 60 бала) са за ориенталски тютюн и малини, а „непригодни“ – за лен, късни картофи и ориз. При ориза бонитетът се занулява и от средния наклон на терена.

Типичните черноземи са плодородни почви и при подсигурено напояване са пригодни за отглеждане на голям набор от селскостопански култури (Табл. 10.2).

Таблици 10. 1; 10. 2. Крайни резултати от бонитетното изследване на земеделски земи с Типични черноземи, средно мощни (ср. пес. гл.) в Землище Трайково при условия без (табл. 10.1) и с напояване - 75 % осигуреност с пол. вода (табл. 10. 2).

Таблица 10. 1.

Условия без напояване		
Бонитетни групи по пригодност	**Култури**	**ПБЧ**
Първа Много добри земи ПБЧ > 80 бала	Лозя (ср. р.)	94
	Лозя (р.)	94
	Лозя (к.)	94
	Пшеница	86
	Ябълки	83
Втора Добри земи ПБЧ 60 - 80 бала	Круши	79
	Череши	78
	Царевица (р.)	78
	Царивица (ср. р.)	78
	Царевица (к.)	78
	Царевица (ср. к.)	78
	Царевица (мн. к.)	78
	Люцерна	77
	Слънчоглед	73
	Захарно цвекло	70
	Сливи	67
	Памук	66
	Праскови	65
	Едрол. тютюн	64
	Картофи (р.)	63
	Соя (ср. р.)	62
Трета Средно добри земи ПБЧ 40 - 60	Соя (ср. к.)	57
	Ливади и пасища	55
	Ориент. тютюн	43
Четвърта Лоши земи ПБЧ 20 - 40 бала	Малини	34
Пета Непригодни земи ПБЧ < 20 бала	Картофи (късни)	16

Таблица 10. 2.

Условия с напояване (75 % осиг. с пол. вода)		
Бонитетни групи по пригодност	**Култури**	**ПБЧ**
Първа Много добри земи ПБЧ > 80 бала	Царевица (р.)	119
	Царивица (ср. р.)	119
	Царевица (ср. к.)	119
	Царевица (к.)	119
	Царевица (мн. к.)	119
	Ябълки	115
	Лозя (ср. р.)	113
	Лозя (р.)	113
	Лозя (к.)	113
	Круши	110
	Череши	108
	Люцерна	107
	Пшеница	102
	Захарно цвекло	102
	Домати (ср. р.)	96
	Домати (к.)	96
	Пипер	96
	Праскови	95
	Сливи	93
	Едрол. тютюн	90
	Соя (ср. р.)	88
	Слънчоглед	87
	Соя (ср. к.)	85
Втора Добри земи ПБЧ 60 - 80 бала	Домати (р.)	77
	Ливади и пасища	76
	Картофи (р.)	74
	Памук	66
Трета Средно добри земи ПБЧ 40 - 60	Ориент. тютюн	54
	Малини	44
Пета Непригодни земи ПБЧ < 20 бала	Лен (вл. и межд.)	19
	Картофи (късни)	18
	Ориз (ср. р.)	0
	Ориз (к.)	0

Заключение

Чрез прилагане на възприетата у нас методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи е определен бонитета и категорията на земеделските земи с Типични черноземи, средно мощни, средно песъкливо-глинести в землището на с. Трайково, община Лом.

Резултатите от бонитетната оценка показват следното:

Типичните черноземи са със среден агрономически бал 76 (при неполивни условия) и 98 (при поливни условия) – съответно 3-та и 1-ва категория земи.

При неполивни условия Типичните черноземи са „много добри земи" (ПБЧ над 80 бала) за лозя, пшеница и ябълки.

При поливни условия списъкът на културите попадащи в първа бонитетна група „много добри земи" нараства значително - царевица (всички хибридни групи), круши, череши, люцерна и др. Това означава, че при подсигурено напояване Типичните черноземи са пригодни за отглеждане на голям брой селскостопански култури.

Изследваните почви имат много добър агропроизводствен потенциал, но за успешно земеделие трябва да се прилагат мелиоративни практики. Ако се осигури 100% от необходимата вода за напояване – резултатите при повечето култури биха се наредили до рекордните за страната.

Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията", който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси" и Европейския социален фонд.

Литература

Данни от бонитировката и категоризацията на земеделските земи в България М 1:10000. Аграрна реформа 1991 – 1993г. Бонитетен архив. Фонд на ИПАЗР. С.

Данни от едромащабните почвени проучвания в България М 1:10000. Почвени очерци. Фонд на ИПАЗР. С.

Карта на възстановената собственост - Землище Трайково. 2014. Фонд МЗХ, С.

Карти на агроклиматичните райони в България и коефициенти по пригодност за различни култури. Бонитетен архив. Фонд на ИПАЗР. С.

Колева, Е., Пенева, Р. 1990. Климатичен справочник. Валежи в България. Българска академия на науките, Институт по метеорология и хидрология. Издателство на Българската академия на науките. С.

Кючукова, М. и др. 1979. Климатичен справочник за НР България. Том II. Влажност на въздуха, мъгла, хоризонтална видимост, облачност и снежна покривка. Главно управление хидрология и метеорология, Институт по метеорология и хидрология. Държавно издателство "Наука и изкуство". С.

Кючукова, М. и др. 1983. Климатичен справочник за НР България. Том III. Температура на въздуха, температура на почвата, слана. Главно управление хидрология

и метеорология, Институт по метеорология и хидрология. Държавно издателство “Наука и изкуство”. С.

Петров Е., Ив. Кабакчиев, П. Божинова, А. Стоева, Я. Георгиева, Е. Хершкович, Д. Дилков, 1988. Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ. Стр. 144. Асоциация НАПС, София.

GENESİS AND CHARACTERİSTİCS OF THE TERRA ROSSAS DEVELOPED ON DİFFERENT PHYSİOGRAPHİC POSİTİON İN NORTHWESTERN TURKEY AND THEİR CLASSİFİCATİON

Svetla Marinova*, Cumhur Aydinalp**
**N. Poushkarov Institute of Soil Science and Agroecology, Sofia, Bulgaria*
***Uludag University, Faculty of Agriculture, Bursa, Turkey*
E-mail: cumhur@uludag.edu.tr

Abstract

Terra Rossas occur different parts of the Bursa province in northwestern Turkey, which are investigated in this research. The soils are under natural vegetation in the upper part of the province. The soils in the lower part of the province have been used a wide variety of agronomic regimes such as cereals, orchards and vegetables. Four irrigated soil profiles were selected in this research. The investigated soils are formed on limestone and located on different terrace levels. The soil properties were examined and classified according to the systems of FAO/Unesco (1990), FitzPatrick (1988), and USDA Soil Taxonomy (1994). The aim of this research was to characterize four Terra Rossa profiles, and to relate their properties to the pedogenic processes responsible for their formation. The investigated soils show high clay contents increasing with depth. The clay content of soils was increased gradually from the upper terrace to the lower terrace due to the geomorphological location of the soil profiles in the investigated area.

Key words: Terra Rossa, genesis, classification

Introduction

Terra Rossa soils are common in areas with a Mediterranean climate (i.e. cool, wet winters alternating with warm, dry summers). They characteristically overlie hard calcareous bedrock such as crystalline limestone or marble or unconsolidated calcareous deposits of terrestrial or marine origin (Kubiena 1953). The genesis of these highly structured, uniform textured red soils has long been a matter of controversy. Two hypotheses have currency:

(1) In the 'residual theory' Terra Rossa development is the result of carbonate dissolution and subsequent accumulation and transformation of limestone residue (Bronger and Bruhn-Lobin 1997; Gal 1967; Moresi and Mongelli 1988).

(2) The other hypothesis is that the soil is unrelated to the underlying rock and is allochthonous in origin. In many cases aeolian dust has been shown as the parent material of red soils in the Mediterranean region (MacLeod 1980). The term 'Terra Rossa' which was used by Reifenberg (1947), Kubiena (1953), Oakes (1957) Circic and Alexsandrovic (1961). Terra Rossas are classified as Alfisols and Inceptisols, depending upon their clay distribution patterns. In spite of all the names, the term Terra Rossa is not definite and is still widely used.

Terra Rossas derived from hard limestone occur widely on the east side of the Bursa province in Turkey, usually in association with the Cambisols and Fluvisols. The aim of this research is to discuss genesis of the Terra Rossas formed on four different terrace levels and to

investigate effects of the geographic distribution on their morphological, physical and chemical properties under vegetable cultivation.

Materials and Methods

Description of study area

The research area is located on east side of the Bursa plain, Turkey (Fig.1). The soils are formed under semi-arid climate characterized by hot summers and mild winters. The mean annual precipitation is 713.1 mm and temperature is 14.4 °C in this basin. The soil temperature regime is thermic. The moisture regimes are ustic and xeric respectively. The lower part of the basin has been used various types of agronomic regimes. The highlands are under natural vegetation in this region.

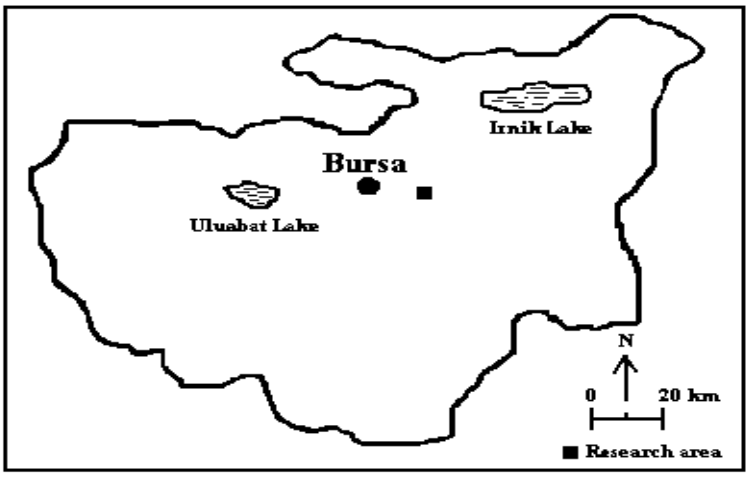


Fig.1. The location of research area in the Bursa province

Profiles representing four soils ranging in elevation between 220 m to 390 m. The soils were developed on hard limestone with present vegetation of various vegetables in the region.

Methods

Four pedons were exposed. The morphology of the soils was described according to Soil Survey Manual (Soil Survey Division Staff, 1993). Soil samples collected from different horizons were air dried and passed through a 2 mm sieve. Soil samples were analysed for particle size distribution (Gee et al., 1982), pH (Mclean, 1982), organic carbon (Nelson et al., 1982), total nitrogen (Bremner et al., 1982), calcium carbonate (Nelson, 1982), CEC (Rhoades, 1982), exchangeable cations (Thomas, 1982), and acid-oxalate extractable Al, Fe, and Si (Blakemore, et.all., 1987).

Results and Discussion

Horizon nomenclature of the soils is given according to FAO/Unesco (1990), FitzPatrick (1988), and USDA Soil Taxonomy (1994). These soils were used for agricultural production in the region by farmers for vegetables.

Morphological properties of soils

The morphology of soils is quite similar. The A horizons are usually well preserved, being 20-30 cm thick and with moderate medium angular blocky structure. The colour of their B horizons has a hue of 2.5YR or redder which is typical for Terra Rossas. The profile thicknesses vary from several centimetres to 90 cm and topography gently slopes in the study area. The terrace surfaces were formed during the upper Pleistocene and modified in the Holocene period.

Soil physical and chemical properties

The physical and chemical properties of the soils are presented in Tables 1 and 2. Texture ranges between clay and clay loam. The soils contain clay between 33.4% to 53.0% and appreciably increase with depth. These soil profiles developed on hard limestone and stated that clay fraction shows high values than sand and silt fractions throughout the profiles. The geomorphic position of profiles and their locations are affected distribution of the clay contents. Especially, profile 4 has significant amount of clay content throughout the profile. This soil profile developed on almost flat area and the lowest part of the terrace, which has shown the effect of the geomorphological position.

Table 1. The particle size distribution of Terra Rossas.

Horizon (FAO/Unesco)	Depth (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Profile 1					
Ah	0-30	25.8	30.5	41.2	C
Bt	30-60	23.0	27.8	51.0	C
Ck	60-90	32.5	26.9	38.1	CL
Profile 2					
Ah	0-25	28.0	27.8	43.1	C
Bt	25-45	18.1	29.5	50.0	C
Ck	45-80	29.3	35.0	33.4	CL
Profile 3					
Ah	0-30	24.5	28.1	45.1	C
Bt	30-55	18.3	26.2	52.9	C
Ck	55-90	26.0	31.5	39.1	CL
Profile 4					
Ah	0-20	24.8	28.1	45.2	C
Bt	20-35	18.7	25.9	53.0	C
Ck	35-80	24.3	27.9	44.1	C

The chemical properties of the soils are presented in Table 2. The soils are alkaline with pH varying from 7.8 to 8.6. The soil pH increased with depth. The cation exchange capacity of these soils ranges between 31.6 to 47.9 cmol (+) kg^{-1}. The cation exchange capacity is largely contributed by clay due to under conditions of low organic matter contents. The dominant exchangeable cations are calcium and magnesium. These are followed by sodium and potassium. The base saturation (BS) values are 100% in all horizons due to presence of high $CaCO_3$ contents. The value of $CaCO_3$ varied from 1.3% to 15.9% and values increased with depth due to presence of the alkaline parent material, which is limestone. This trend shows that there is a calcification in these soils.

Table 2. The some chemical properties of Terra Rossas.

Horizon (FAO/ Unesco)	Depth (cm)	pH H_2O (1:2.5)	Org. C (%)	Total N (%)	C/N	$CaCO_3$ (%)	CEC	Exchangeable Cations				BS (%)	Acid-oxalate Extractable		
								Ca	Mg	K	Na		Al	Fe	Si
								cmol (+) kg^{-1}					-------(%)------		
Profile 1															
Ah	0-30	7.8	1.1	0.09	12.2	1.9	35.1	32.1	3.4	1.9	2.5	100	1.74	0.92	0.07
Bt	30-60	7.9	0.7	0.07	10.0	2.3	40.1	33.9	3.5	1.2	2.2	100	1.83	0.80	0.06
Ck	60-90	8.0	0.0	0.0	0.0	9.1	33.8	28.5	4.8	0.7	1.5	100	1.14	0.72	0.05
Profile 2															
Ah	0-25	7.8	0.9	0.08	11.2	1.3	38.8	33.1	3.5	1.1	2.5	100	1.58	0.95	0.07
Bt	25-45	8.1	0.7	0.07	10.0	2.8	41.8	36.3	3.6	1.6	2.6	100	1.60	0.83	0.05
Ck	45-80	8.3	0.0	0.0	0.0	11.7	31.6	23.4	4.3	1.2	1.6	100	1.27	0.52	0.05
Profile 3															
Ah	0-30	7.8	1.2	0.09	13.3	2.3	42.8	35.4	3.7	1.3	3.1	100	1.62	0.90	0.07
Bt	30-55	7.9	0.8	0.07	11.4	3.6	45.4	39.0	4.2	1.0	2.2	100	1.66	0.82	0.07
Ck	55-90	8.1	0.0	0.0	0.0	10.1	38.2	30.5	6.1	0.9	2.0	100	1.31	0.44	0.05
Profile 4															
Ah	0-20	8.0	1.3	0.09	14.4	3.2	46.8	39.3	2.6	2.1	3.4	100	1.72	0.84	0.06
Bt	20-35	8.2	0.8	0.08	10.0	4.8	47.9	41.7	3.5	2.4	3.0	100	1.81	0.71	0.05
Ck	35-80	8.6	0.0	0.0	0.0	15.9	39.0	32.1	6.9	1.6	1.3	100	1.11	0.60	0.04

The organic C, total N, and C/N values are generally very low. The low carbon values are due to the high rate of decomposition of organic matter, occurring in most soils of north-western Turkey. The acid-oxalate extractable Al values vary from surface horizon to bottom horizon. The similar trend is also observed for acid-oxalate extractable Fe and Si.

The chemical and physical status of the soils and the profile developments are different from location to location in relation with the geomorphological position of the terraces. The present climate allows for lime movement within the profiles, but out of the soils resulting in high base saturation and pH.

Soil classification

The classifications of studied soils and parent materials are given in Table 3. The soils are classified according to their type and sequence of horizons. The ochric, argillic and calcic horizons were defined in all profiles. The nomenclature and classification of soils are given according to the FAO/Unesco (1990) and the equivalent FitzPatrick (1988) and USDA Soil Taxonomy (1994).

Table 3. The classification of Terra Rossas according to the FAO/Unesco (1990), FitzPatrick (1988), and USDA Soil Taxonomy (1994) and parent material of profiles.

Profiles	FAO/Unesco	FitzPatrick	USDA	Parent Material
1	Chromic Luvisols	Argillosols $Tn_{30}Ar_{30}Ck_{30}$	Typic Rhodoxeralfs	Limestone
2	Chromic Luvisols	Argillosols $Tn_{25}Ar_{20}Ck_{35}$	Typic Rhodoxeralfs	Limestone
3	Chromic Luvisols	Argillosols $Tn_{30}Ar_{25}Ck_{35}$	Typic Rhodoxeralfs	Limestone
4	Chromic Luvisols	Argillosols $Tn_{20}Ar_{15}Ck_{45}$	Typic Rhodoxeralfs	Limestone

The upper horizons were identified as tannon (Tn) according to classification system of FitzPatrick (1988). These are ochric A horizons (Ah) according to FAO/Unesco (1990) and USDA Soil Taxonomy (1994). The middle horizons were showed accumulation of clay minerals, which meet the criteria of argillic B horizons (Bt). These are identified as argillic B horizons (Bt) according to FAO/Unesco (1990), FitzPatrick (1988), and USDA Soil Taxonomy (1994). The lower horizons were identified as calcic horizons (Ck) due to accumulation of carbonates. These horizons designated by the same symbol according to FAO/Unesco (1990), FitzPatrick (1988) and USDA Soil Taxonomy (1994).

Conclusions

These features illustrate moderate maturity of the Terra Rossas, corresponding broadly to Alfisols stage of the USDA Soil Taxonomy (1994). Alfisols are morphologically characterized by the presence of an argillic horizon (Bt) with high base saturation. According to the FAO/Unesco (1990), Terra Rossas classified as Chromic Luvisols as well as the FitzPatrick (1988) system the soils are classified as Argillosols.

References

Blakemore L. C., P. L. Searle and B. K. Daly. (1987). Acid Oxalate-Extractable Iron, Aluminium and Silicon. Methods for Chemical Analysis of Soils, New Zealand Soil Bureau Scientific Report 80.

Bronger A, Bruhn-Lobin N. (1997). Palaeopedology of Terrae rossae-Rhodoxeralfs from Quaternary calcarenites in NW Morocco. *Catena.,* 28: 279-295.

Bremner J. M., Mulvaney C. S. (1982). Nitrogen-total. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 595-624.

Ciric M, Alexsandrovic D. (1961). A View on the Genesis of Terra-Rossa. Nolit Publ. House. Terazje 27-11, Belgrade.

FAO/Unesco. (1990). Soil map of the world, revised legend, World Soil Resources Report 60, Rome.

FitzPatrick E. A. (1988). Soil Horizon Designation and Classification. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen, The Netherlands.

Gal M. (1967). Clay Mineralogy in the Study of the Genesis of Terra Rossa and Redzina Soil Originating from Calcareous Rocks. *Proceedings International Clay Conference*, Jerusalem, Israel, 1966, 1, 199-207.

Gee G. W., Bauder J. W. (1982). Particle-size analysis. In: Klute A (ed.), Methods of soil analysis. Part I: Physical and mineralogical methods. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 383-412.

Kubiena W. L. (1953). The Soils of Europe. Thos. Murby Com. London, 214.

MacLeod D. A. (1980). The origin of the Red Mediterranean soils in Epirus, Greece. *Journal of Soil Science* 31: 125-136.

McLean E. O. (1982). Soil pH and lime requirement. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 199-224.

Moresi M. Mongelli G. (1988). The relation between the terra rossa and the carbonate free residue of the underlying limestones and dolostones in Apulia, Italy. *Clay Minerals* 23, 439-446.

Nelson R. E. (1982). Carbonate and gypsum. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 181-198.

Nelson D. W., Sommers L. E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 538-580.

Oakes H. (1957). The Soils of Turkey. Sc. Ser. and Farm Irr. Dir. Pub. No.1, Dogas, Ltd., Ankara.

Reifenberg A. (1947). Some Observations on Red Soils. C.R. Conf. Pedol. Med. Montpellier.

Rhoades J. D. (1982). Cation exchange capacity. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 149-158.

Soil Conservation Service (SCS). (1972). Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. U.S. Dep. of Agriculture Soil Survey Investigations Rep. No. 1. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

Soil Survey Division Staff. (1993). Soil survey manual. USDA, Washington, D.C.

Thomas G. W. (1982). Exchangeable cations. In: Page AL, Miller RH, Keeney D.R. (eds.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 159-166.

USDA. (1994). Soil Taxonomy: Keys to Soil Taxonomy, Sixth Edition.

ФИЗИКОХИМИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА И СОРБЦИОННИ СВОЙСТВА НА ОСНОВНИ ТИПОВЕ ПОЧВИ

Здравка Петкова, Тома Шишков, Росица Сечкова
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTIC AND SORPTION PROPERTIES OF MAIN SOIL TYPES

Zdravka Petkova, Toma Shishkov, Rositsa Sechkova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The paper deals with the cation exchange capacity characteristics of some soil types. These soil properties reflect the ability of the soil for cation and anion retention and exchange. A proper knowledge of cation exchange will help one to make correct decisions for many practical applications, as well as to predict the possible development of some soil degradation.

Key words: *cation exchange capacity, soil reaction, cations, anions*

Увод

Територията на България се характеризира с голямо разнообразие на почвената покривка. Изследването включва 8 представителни за страната почвени типове от три почвено-климатични зони: Севернобългарска лесостепна почвена зона - обхваща Дунавската равнина и Предбалкана (до 600-700 m н.в); Южнобългарска ксеротермална почвена зона - обхваща територията на Южна България (до 700-800 m.н.в.); Планинска почвена зона - обхваща планинските райони (над 700-800 m.н.в.). Изследваните почви се характеризират с високо, средно и добро естествено плодородие и са подходящи за развитие на устойчиво земеделие.

Сорбционният капацитет на почвата се изразява с общото количество йони, които тя може да задържа по обменен път при определени закономерности. Количеството и качеството на почвените колоиди се използва като важен белег при характеристика на отделните типове почви. Познаването на физикохимичните им свойства е необходимо за много практически приложения като, например: регулиране на почвената реакция, както и при използването на биологични и химически подобрители, за опазване на структурата на почвата и устойчивостта й към водна и ветрова ерозия.

Целта на изследването е на основата на конкретни физикохимични (йонообменни) величини да се направи характеристика на представителни почвени разновидности.

Материал и методи

За характеристика на физикохимичните свойства на предоставените почви са използвани следните физико-химични величини:

• **pH на почвата**, изразява равновесната концентрация на водородни йони в почвено-водната суспензия;
• **Катионен обменен адсорбционен капацитет ($T_{8.2}$)** на почвата, измерва общата сума на обменно адсорбираните катиони върху колоидните повърхности, или общата йонообменна, колоидно-химична, валентна реактивоспособност на почвата;
• **Катионни обменни капацитети на силнокиселинния йонообменител (T_{CA})** на почвата. Йонообменните позиции са върху базалните повърхности на глинестите структури, които произлизат от нееквивалентни изоморфни заместания в октаедричния и тетраедричния слой на глинестата кристална решетка. В катионния обмен имат отнасянията на силна киселина;
• **Слабо киселинният йонообменител (T_A)** на почвата, измерва дела на колоидните повърхности, реагиращи като слаба киселина при адсорбция на водородни йони. Или обменните позиции върху страничните повърхности на слоистите глинести кристалчета, възникващи от водородната йонизация на хидроксилните групи, имат характера на слаба киселина. Намирайки дела на (T_{CA}) и (T_A) йонообменител на почвата в (% от $T_{8.2}$), може с добро приближение да се преценят преобладаващата минерология и съставките на почвената колоидност;
• **Обща (хидролитична) киселинност (обм $H_{8.2}$)**, измерва количеството на всички катиони с кисели функции (водородни, алуминиеви, манганови и др.), адсорбирани върху силнокиселинните и слабо киселинните повърхности на колоидите, йонизиращи до pH 8.25 и десорбируими с разтвор на хидролизно алкална сол (натриев ацетат, бариев ацетат, натриев малеинат и др.);
• **Обменна киселинност (обм. Al, обм. H_{CA})**, е мярка за количеството на катионите с кисели функции, адсорбирани само върху силнокиселинния йонообменител на почвените колоиди, десорбируеми с разтвор на неутрална безбуферна сол (калиев хлорид, калциев хлорид, бариев хлорид);
• **Степен на наситеност с бази**, изразява в проценти частта от адсорбционната повърхност на почвените колоиди (частта от общия катионен обменен капацитет), заета от силно базични катиони и съответно, останалата част от нея, заета от катиони с кисели функции и означавана понякога като степен на наситеност с бази на почвата. По степента на неутрализация на силнокиселинния и слабо киселинния йонообменител на колоидите се диагностират величината на присъстващите киселинни, солеобразни и буферни адсорбционни системи върху колоидните повърхности, които формират почвената реакция и определят агрохимичната мобилизация на различните хранителни елементи.

Резултати и обсъждане

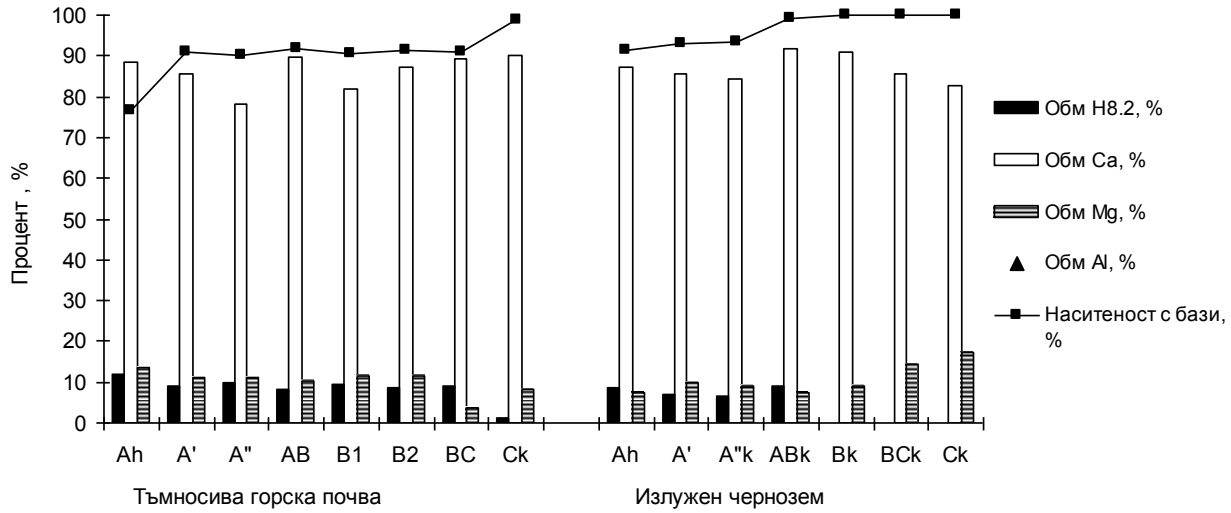
Физикохимичната характеристика е направена въз основа на метода на Ганев (1990).

Таблица 1. Катионен обменен капацитет (meq/100 g почва=cmol/kg) и степен на наситеност с бази (%) по метода на Ганев и Арсова (1980), където:
($T_{8.2}$) - обща сума на обменни катиони; (T_{CA}) - катионни обменни капацитети на силно киселинния йонообменител; (T_A) - слабо киселинния йонообменител на почвата

Хоризонт	Дълбочина, cm	pH H_2O	Обменни катиони, (cmol/kg почва)							Обменни катиони, $T_{8.2}$,(%)						Степен на насит. с бази, %
			$T_{8.2}$	T_{CA}	T_A	$H_{8.2}$	Al+H	Ca	Mg	T_{CA}	T_A	$H_{8.2}$	Al+H	Ca	Mg	
Профил 1, Тъмносива горска почва, с.Радичево, окръг Ловешки																
Ah	0-4	6.5	20.9	18.7	2.2	2.5	0	18.5	2.8	89.4	10.5	11.9	0	88.5	13.4	76.6
A'	4-23	6.7	21.3	19.2	2.1	1.9	0	18.2	2.4	90.1	9.9	8.9	0	85.4	11.3	91.1
A"	23-38	6.4	22.1	19.6	2.5	2.2	0	17.3	2.5	88.7	11.3	9.9	0	78.3	11.3	90.0
AB	38-56	6.5	24.5	22.0	2.5	2.0	0	22.0	2.5	89.8	10.2	8.1	0	89.8	10.2	91.8
B1	56-80	6.4	26.2	23.7	2.5	2.5	0	21.4	3.0	90.5	9.5	9.5	0	81.7	11.5	90.5
B2	80-104	6.2	25.0	23.2	1.8	2.2	0	21.8	2.9	92.8	7.2	8.8	0	87.2	11.6	91.2
BC	104-124	6.5	25.2	23.3	1.9	2.3	0	22.5	1.0	92.5	7.5	9.1	0	89.3	3.9	90.9
Ck	124-150	8.1	29.7	-	-	0.4	0	26.8	2.5	-	-	1.3	0	90.2	8.4	98.7
Профил 2, Излужен чернозем, Горни Дъбник, окръг Ловешки																
Ah	0-22	6.6	32.2	26.6	5.6	2.8	0	28.1	2.4	82.6	17.4	8.7	0	87.3	7.5	91.3
A'	22-46	6.8	32.4	27.1	5.3	2.1	0	27.7	3.2	83.6	16.4	6.8	0	85.5	9.9	93.2
A"к	46-71	7.5	34.0	-	-	2.2	0	28.7	3.1	-	-	6.5	0	84.4	9.1	93.5
ABк	71-90	8.0	33.7	-	-	0.3	0	30.9	2.5	-	-	8.9	0	91.7	7.4	99.1
Bk	90-110	8.1	29.5	-	-	0	0	26.8	2.7	-	-	0	0	90.8	9.2	100
BCk	110-130	8.2	29.6	-	-	0	0	25.4	4.2	-	-	0	0	85.8	14.2	100
Ck	130-160	8.2	28.4	-	-	0	0	23.4	4.9	-	-	0	0	82.7	17.3	100
Профил 3, Карбонатен чернозем, Долна Митрополия, окръг Ловешки																
Ahк	0-4	7.9	29.6	-	-	1.2	0	27.0	1.9	-	-	4.1	0	91.2	6.4	95.9
A'k	4-32	8.1	29.0	-	-	0.7	0	25.8	2.5	-	-	2.7	0	83.9	8.6	97.6
A"k	32-54	8.1	28.7	-	-	0.6	0	26.0	2.1	-	-	2.1	0	90.6	7.3	97.9
ABk	54-76	8.2	25.5	-	-	0.6	0	21.8	3.1	-	-	2.4	0	85.5	12.2	97.6
BCk	76-100	8.2	23.1	-	-	0.2	0	19.8	3.1	-	-	0.9	0	85.7	13.4	99.1
Ck1	100-126	8.2	22.9	-	-	0.3	0	19.3	3.3	-	-	1.3	0	84.3	14.4	98.7
Ck2	126-155	8.2	21.6	-	-	0.2	0	17.3	3.1	0.9	-	-	0	80.1	14.4	99.1
Профил 4, Алувиално-ливадна почва, Нови Искър, окръг Софийски																
Ah	0-4	6.5	67.8	55.4	12.4	5.6	0	52.1	7.6	81.7	18.3	8.3	0	76.8	11.2	91.7
A'	4-22	6.5	33.4	24.3	9.1	3.1	0	23.1	6.5	72.7	27.2	9.2	0	69.2	19.5	90.7
1AC	22-46	7.2	15.2	12.8	2.4	1.1	0	13.2	2.4	84.2	15.8	7.2	0	86.8	15.8	92.8
2AC	46-70	7.0	13.4	10.7	2.7	1.5	0	10.5	2.9	79.9	20.1	11.1	0	78.6	21.6	88.8
C	70-100	7.25	12.6	10.2	2.7	1.5	0	9.3	2.9	80.9	19.0	11.9	0	73.8	23.0	88.1
Профил 5, Светлосива горска почва																
A	0-22	5.2	18.0	9.4	8.6	10.7	1.9	6.1	1.3	52.9	47.8	59.4	10.6	33.9	7.2	40.6
AE	22-38	5.1	17.5	9.9	7.6	9.9	2.2	6.1	1.5	56.6	43.4	56.6	12.6	34.9	8.6	43.4
E	38-58	5.2	29.4	21.3	8.1	10.4	2.5	15.1	2.8	72.4	27.6	38.4	8.5	51.4	9.5	64.6
Bt1	58-84	5.2	35.9	27.5	8.4	11.6	3.5	19.8	3.5	76.6	23.4	32.3	9.7	55.2	9.7	67.7
Bt2	84-107	5.3	34.1	26.9	7.2	3.8	2.5	21.9	1.9	78.9	21.1	25.8	7.3	64.2	5.6	74.2
Bt3	107-132	5.6	32.3	27.0	5.3	6.9	1.3	21.5	3.2	83.6	16.4	21.4	4.0	66.6	9.9	76.6
B	132-155	6.0	26.0	24.3	1.67	3.2	0	23.1	1.7	93.4	6.5	12.3	0	88.8	6.5	87.7
BC	155-183	6.7	25.8	24.2	1.6	1.7	0	24.0	0.7	93.8	6.2	6.6	0	93.0	2.7	93.4
Ck	183-210	7.8	30.7	-	-	0.8	0	26.0	3.9	-	-	2.6	0	84.7	12.7	97.4
Профил 6, Планинско ливадна почва																
Ah	0-6	5.0	36.1	10.7	25.4	27.9	5.1	6.6	0.3	29.6	70.4	77.3	14.1	18.3	8.3	22.7
A'	6-20	4.5	43.1	13.0	30.1	35.8	7.9	5.7	0.2	30.2	69.8	83.1	18.3	13.2	4.6	16.9
AC1	20-40	4.5	38.5	12.5	26.0	36.9	9.9	3.6	0.2	32.5	67.5	95.8	25.7	9.4	5.2	4.2
AC2	40-62	4.6	34.0	7.9	26.1	30.8	8.9	1.8	0.4	23.2	76.8	90.6	26.2	5.3	1.2	9.4
Профил 7, Излужена канелена горска, Долни Извор, окръг Пловдивски																
Ah	0-3	6.7	32.2	27.6	4.6	1.6	0	28.9	2.9	85.7	14.3	4.9	0	89.6	9.0	95.0
AE	3-20	6.4	32.1	26.3	4.8	2.4	0	25.5	3.5	84.6	15.4	7.7	0	81.9	11.3	92.3
Bt1	20-42	6.0	40.6	35.9	4.7	2.7	0	38.9	5.2	88.4	11.6	6.7	0	81.0	12.8	93.3
Bt2	42-68	5.5	45.6	39.2	6.4	6.5	0.4	32.2	5.0	85.9	14.0	14.3	0	70.6	10.9	85.7
BCk	68-82	7.8	45.3	-	-	0.3	0	40.8	4.2	-	-	0.6	0	90.1	9.3	99.3
Ck	82-106	8.2	28.9	-	-	0	0	26.2	2.7	-	-	0	0	90.7	9.3	100
Профил 8, Излужена смолница, Божурище, окръг Софийски																
Ah	0-5	6.2	52.9	39.5	13.4	3.1	0	40.9	8.0	74.7	25.3	5.9	0	77.3	15.1	94.1
A'	5-26	7.1	53.4	48.2	5.2	2.2	0	39.8	10.1	90.3	9.7	4.1	0	74.5	18.9	95.9
A"	26-52	7.1	55.5	45.4	10.1	2.0	0	40.4	10.6	81.8	18.2	3.6	0	72.8	19.1	94.4
A"'	52-73	7.2	52.9	46.7	6.2	1.6	0	40.9	10.8	88.3	11.7	3.0	0	77.3	20.4	96.9
AB	73-104	7.6	54.1	-	-	2.3	0	39.7	12.1	-	-	4.3	0	73.4	22.4	95.7
BCk	104-130	8.1	50.7	-	-	0.4	0	39.1	11.6	-	-	0.8	0	77.1	22.9	99.2
Ck	130-160	8.2	50.3	-	-	0	0	38.9	11.4	-	-	0	0	77.3	22.7	100

Тъмносива горска почва, Радичево, окръг Ловешки, (профил 1), се характеризира с умерено развит адсорбент ($T_{8.2}$=20.9-22.1 cmol/kg почва) до дълбочина 39 cm, постепенно нарастващ до ($T_{8.2}$ = 29.7 cmol/kg почва) на дълбочина 150 cm. По качество адсорбционните структури по дълбочина на профила не са диференцирани според тяхната кристалохимична характеристика. Относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) в (А) хоризонт са 88.7-90.1 % от ($T_{8.2}$) и 92.5 % на дълбочина 124 cm. Относителният дял на силно киселинните позиции на адсорбента свидетелства за присъствието на глинести минерали с голямо изоморфно заместване.

Почвата се характеризира с много висока степен на наситеност с бази (80-90 %) в профила и 98 % в почвообразуващите материали (Фигура 1). Стойностите на слабо вкисляване до дълбочина 124 cm (обм. $H_{8.2}$ = 8.8-11.9 % от $T_{8.2}$) засягат предимно слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, докато силно киселинните (T_{CA}) са почти напълно наситени с обменни бази, поради това забележими деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс не се установяват.



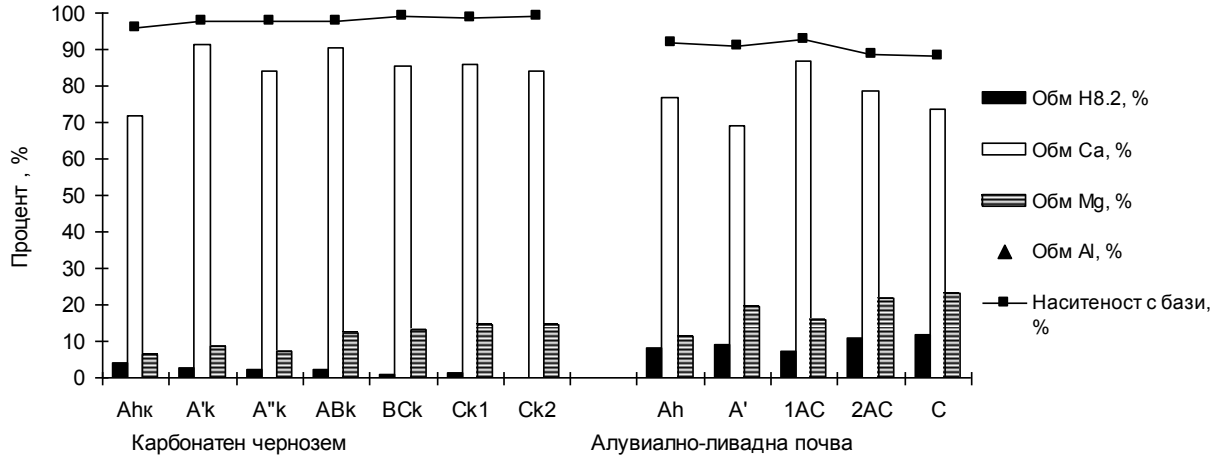
Фигура 1. Обменни катиони (%) от $T_{8.2}$ и степен на наситеност с бази (%) в тъмносива горска почва и излужен чернозем (профил 1, 2)

Излужен чернозем, Горни Дъбник, окръг Ловешки, (профил 2), се характеризира с много добре развит адсорбент в целия плофил ($T_{8.2}$=32.2-34.0 cmol/kg почва) до дълбочина 90 cm. Катионно-обменната способност по дълбочина на профилите е постоянна, което е свързано с хомогенност в протичането на почвообразувателния процес, слабо намаляваща ($T_{8.2}$=28.4 cmol/kg почва) в почвообразуващи льосовидни материали на дълбочина 160 cm. Според кристалохимичната характеристика относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) са около 82.6-83.6 % от $T_{8.2,}$ установени само в (А) хоризонт на дълбочина 46 cm. Това свидетелства за присъствието на глинести минерали с голямо изоморфно заместване.

Почвите се характеризират с много висока степен на наситеност с бази (91-100 %). Стойностите на слабо вкисляване до дълбочина 90 cm (обм. $H_{8.2}$=6.5-8.9 % от $T_{8.2}$) засягат предимно слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, докато

силно киселинните (T_{CA}) са почти напълно наситени с обменни бази, поради това деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс не се установяват.

Карбонатен чернозем, Долна Митрополия, окръг Ловешки, (профил 3), се характеризира с добре развит адсорбент ($T_{8.2}$ = 25.5-29.6 cmol/kg почва), постепенно намаляващ в дълбочина до ($T_{8.2}$=21.6 cmol/kg почва) в льосовидни материали на дълбочина 155 cm. Силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) не са установени. Почвите се характеризират с много висока степен на наситеност с бази (88-99 %). Стойностите на вкисляване (обм. $H_{8.2}$=4.1 % от $T_{8.2}$) се появяват в повърхностните 0-4 cm и рязко спадат по дълбочина на профила до (обм. $H_{8.2}$=0.9 % от $T_{8.2}$), киселинните обменни позиции на адсорбента са почти напълно наситени с обменни бази (Фигура 2). Деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс не се установяват.



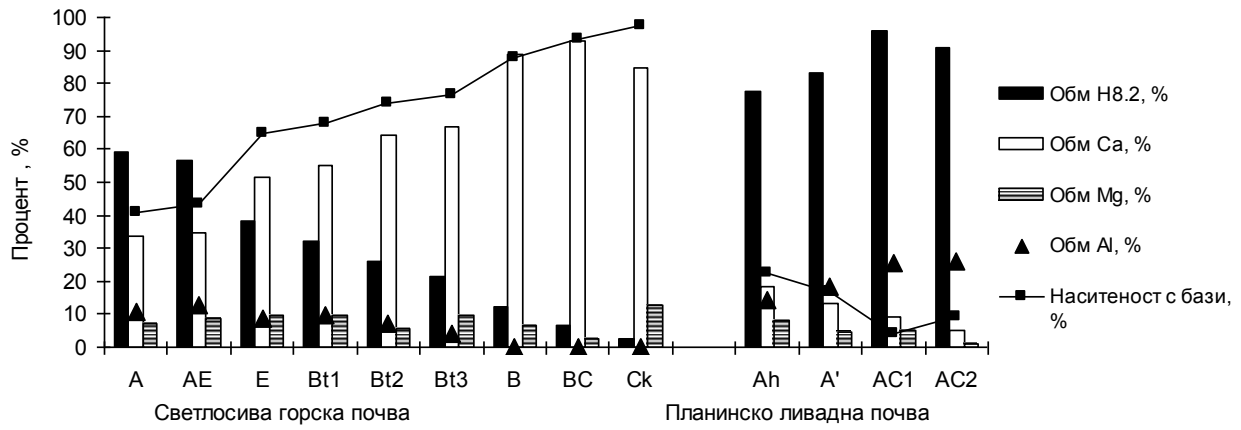
Фигура 2. Обменни катиони (%) от $T_{8.2}$ и степен на наситеност с бази (%) в карбонатен чернозем и алувиално-ливадна почва (профил 3, 4)

Алувиално-ливадна почва, с. Нови Искър, окръг Софийски, (профил 4), формирана върху алувиални отложения се характеризира с много добре развит адсорбент в повърхностния (А) слой 0-22 cm ($T_{8.2}$=33.4-67.8 cmol/kg почва), в слоевете до дълбочина 100 cm катионна обменна способност рязко спада до много ниска ($T_{8.2}$=12.6-15.5 cmol/kg почва). По качество на адсорбционните структури почвата е диференцирана по дълбочина на профила според тяхната кристалохимична характеристика. Относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) е 72.7-84.2 % от $T_{8.2}$ в отделните слоеве, което свидетелства за промяна на почвообразователния процес в различните части на почвения профил.

Почвата се характеризира с висока степен на наситеност с бази (88-92 %). Слабо вкисляване до 46 cm (обм. $H_{8.2}$=7.2-9.2 % от $T_{8.2}$), нараства до 11.9 % в дълбочина, и засяга слабото намаляване на силно киселинните позиции на адсорбента в (А) хоризонт, което дава основание да се предполагат минимални деструктивни процеси.

Светлосива горска почва, (профил 5), се характеризира със слабо развит адсорбент в (АЕ) хоризонт до дълбочина 38 cm ($T_{8.2}$ = 18.0 cmol/kg почва), и висока катионна обменна способност ($T_{8.2}$=29.4-35.9 cmol/kg почва) в (Bt) хоризонт на дълбочина 38-132 cm. Този факт отразява усилване на глинообразуването в тази част на

профила. По качество адсорбционните структури е диференцирана по дълбочина на профила според тяхната кристалохимична характеристика. Относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) в (AE) хоризонт е 52.9-56.6 % от ($T_{8.2}$) и е 72.4-93.8 % в (Bt) хоризонт, което свидетелства за различия на почвообразователния процес в различните части на почвения профил. Почвата се характеризира с ниска степен на наситеност с бази (40-43 %) в (AE) хоризонт на дълбочина 0-38 cm, и постепено нараства в (Bt) хоризонт от 64% до 97 % на дълбочина 183 cm (Фигура 3). Стойностите на изразено вкисляване са на дълбочина 0-38 cm (обм. $H_{8.2}$=56.6-59.4 % от $T_{8.2}$), и постепено намалява в (Bt) хоризонт от 38.4 % до 2.6 % на дълбочина 183 cm. Появяването на обменен алуминий (обм Al+H=10.6-12.6 % от $T_{8.2}$) в (AE) хоризонт е на дълбочина 0-38 cm, и постепено намалява до 4.0 % в (Bt) хоризонт на 132 cm дълбочина в случая е достатъчно, за да обхване освен слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, също и силно киселинни позиции на адсорбента (T_{CA}), и да обуслови наличието на деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс.

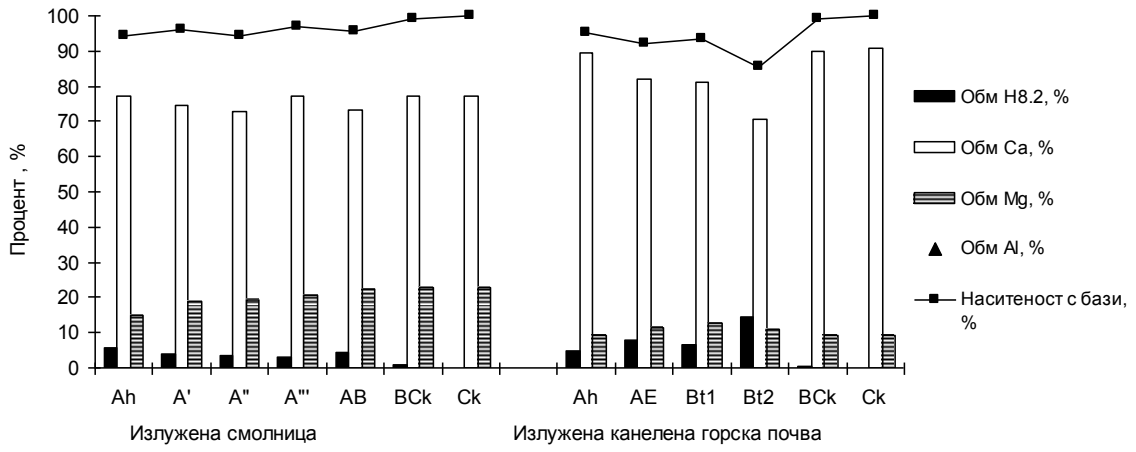


Фигура 3. Обменни катиони (%) от $T_{8.2}$ и степен на наситеност с бази (%) в светлосива горска почва и планинско-ливадна почва (профил 5, 6)

Планинско ливадна почва, (профил 6), се характеризира с много добре развит адсорбент в целия профил. Катионно-обменната способност в повърхностния чимов хоризонт (Ah) 0-6 cm е ($T_{8.2}$ = 4.0 cmol/kg почва), увеличава се в горната част на дълбочина 6-20 cm до ($T_{8.2}$ = 43.1 cmol/kg почва) и след това постепено намалява до ($T_{8.2}$=34.0 cmol/kg почва). Според кристалохимична характеристика относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) в (A) хоризонт до дълбочина 40 cm е 29.6-32.5 % от $T_{8.2}$ и рязко намалява до 23.2 % до дълбочина 62 cm. Почвата се характеризира с много ниска степен на наситеност с бази (16-22 %) в хумусния (A) хоризонт на дълбочина 0-20 cm, и рязко намалява до 4-9 % в дълбочина. Стойностите на силно изразено вкисляване на дълбочина 0-20 cm (обм. $H_{8.2}$ = 77.3-83.1 % от $T_{8.2}$) нараства до 90.6-95.8 % по дълбочина. Появяването на обменен алуминий (обм Al+H=14.1-18.3 % от $T_{8.2}$) е на дълбочина 0-20 cm, рязкото увеличаване до 25.7-26.2 % до 68 cm дълбочина е обхванало освен слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, също и силно киселинни позиции на адсорбента (T_{CA}). Това е

доказателство за наличието на деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс.

Излужена канелена горска почва, с. Долни Извор, окръг Пловдивски, (профил 7), се характеризира с много добре развит адсорбент в хумусния (А) хоризонт 0-20 cm ($T_{8.2}$ = 32.2 cmol/kg почва). Катионно-обменната способност в средната част на профила се увеличава до ($T_{8.2}$=40.6-45.6 cmol/kg почва), което отразява усилване на глинообразуването в (Bt) хоризонта. По качество адсорбционните структури в дълбочина на профилите не са диференцирани според тяхната кристалохимична характеристика. Относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) в (А) хоризонт са около 84.6 % от $T_{8.2}$ и е 85.9 % в (Bt) хоризонт до дълбочина 68 cm, което свидетелства за присъствието на глинести минерали с голямо изоморфно заместване. Почвата се характеризира с много висока степен на наситеност с бази (92-95 %) до дълбочина 42 cm, слабо намалява до 85 % в (Bt) хоризонт на дълбочина 42-68 cm (Фигура 4). Стойностите на вкисляване на дълбочина 0-42 cm (обм. $H_{8.2}$ = 4.9-7.7 % от $T_{8.2}$), на дълбочина 42-68 cm в (Bt) хоризонта е 14.3 %, и рязко спада по дълбочина. То засяга предимно слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, докато силно киселинните (T_{CA}) са почти напълно наситени с обменни бази, поради това забележими деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс не се установяват.



Фигура 4. Обменни катиони (%) от $T_{8.2}$ и степен на наситеност с бази (%) в излужена смолница и излужена канелена горска почва (профил 7, 8)

Излужена смолница, с. Божурище, окръг Софийски (профил 8) формирана върху кватернерни наслаги се характеризира с много добре развит адсорбент в целия профил 0-160 cm ($T_{8.2}$= 50.3-55.5 cmol/kg почва). Катионно-обменната способност по дълбочина на профила е постоянна, което е свързано с хомогенност в протичането на почвообразувателния процес. По качество адсорбционните структури в дълбочина на профила са слабо диференцирани според тяхната кристалохимична характеристика. Относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) в (А) хоризонт е около 74.7-90.3 % от $T_{8.2}$ на дълбочина 26 cm и 81.8-88.3 % в средната част на профила до дълбочина 73 cm, което свидетелства за присъствието на глинести минерали с голямо изоморфно заместване. Почвата се характеризира с много висока степен на

наситеност с бази (94-100 %). Стойностите на вкисляване (обм. $H_{8.2}$ = 4.1-5.9 % от $T_{8.2}$) в (А) хоризонт на дълбочина 0-26 cm, засяга предимно слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, докато силно киселинните (T_{CA}) са почти напълно наситени с обменни бази, поради това деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс не се установяват.

Класификационна диагностика по физикохимични (йонообменни) величини на изследваните почви по Ганев (1990).

Профил 1, *Тъмносива горска почва*, Радичево, окр. Ловешки,

1. Според базичната конституция на почвата в хоризонт (А), при отчетено $pH_{(H2O)}$ 6.5, почвата се определя, като излужена $H_{8.2}$ = 40÷100 % от (T_A);
2. Според действащите киселинни и буферни системи почвата е неутрална:

$H_{8.2}$ = (T_A)+(0÷20) % (T_{CA});

3. Според колоидната реактивоспособност $T_{8.2}$ = 21.3 (cmol/kg почва) е със слабо колоидно изграждане на хумусния (А) хоризонт или с поява на деградация;
4. Според преобладаващата глинеста минералогия, състава е монтморилонитов на глинестите минерали: (T_{CA}) = 90.1 % от ($T_{8.2}$), силнокиселинният йонообменител (T_{CA}) < от степента на наситеност с бази (91.1 %);
5. Според съвременната глинеста еволюция (степен на наситеност с бази 91.1 % от ($T_{8.2}$), предположително е почва с еволюция към монтморилонит-иллит.

В този тип почва силният ацидоид е неутрализиран със силно базични обменни катиони, поради което адсорбцията на водородни йони в слабия ацидоид не може да предизвика значително вкисляване на почвата (pH > 6.0, обм. Al = 0), т.е. химичната реактивоспособност се определя от буферна адсорбционна система, съставена от водородна форма на част от (T_A) и хидролизно алкална сол на базичните катиони с (T_A).

Профил 2, *Излужен чернозем*, Горни Дъбник, окр. Ловешки,

1. Според базичната конституция на почвите в хоризонт (Ah), при отчетено $pH_{(H2O)}$ 6.6, почвата се определя като излужена $H_{8.2}$ = 40-100 % (T_A);
2. Според действащите киселинни и буферни системи почвата е неутрална: $H_{8.2}$ = (80÷100) % (T_A);
3. Според колоидната реактивоспособност $T_{8.2}$ = 32.2 (cmol/kg почва) е средно колоидна, дълбоко изградена, слабото учеличение на стойностите на ($T_{8.2}$) по дълбочина след 46 cm показва по-силно изразено глинообразуване в тази част in situ;
4. Според преобладаващата глинеста минералогия с монтморилонит-иллитов състав на глинестите минерали: T_{CA} = 82.6 % от ($T_{8.2}$), силнокиселинният йонообменител (T_{CA}) < от степента на наситеност с бази (91.3 %);
5. Според съвременната глинеста еволюция (степен на наситеност с бази 91.3 % от ($T_{8.2}$), предположително е почва с еволюция към монтморилонит.

Степента на наситеност с бази е по-висока от (T_{CA}), което свидетелства, че освен силнокиселинния йонообменител със силни бази са неутрализирани също и слабокиселинните позиции на колоидите. При тази почва $pH_{(H2O)}$ е над 6.0 и нараства по дълбочина, но поради започналото педогенетично вкисляване алкалоземните карбонати са измити (pH 6.6-6.8) в (А) хоризонт. Химичната реактивоспособност на излужените

почви се определя от буферната адсорбционна система върху повърхността на почвения адсорбент, съставена от водородната (киселинна) форма на част от слабокиселинния йонообменител на почвените колоиди (обм $H_{8.2} < T_A$) и хидролизно алкалната адсорбционна сол на все още присъстващи силнобазични обменни катиони върху слабокиселинния анион на адсорбента (бази > T_{CA}).

Профил 3, *Карбонатен чернозем*, Долна Митрополия, окр. Ловешки

1. Според базичната конституция на почвите в хоризонт (А), при отчетено $pH_{(H2O)}$ 8.1, почвата се определя като карбонатна $H_{8.2}$ = 40-100 % (T_A);
2. Според действащите киселинни и буферни системи почвата е карбонатна: $H_{8.2}$ = (80÷100) % (T_A);
3. Според колоидната реактивоспособност $T_{8.2}$ = 29.0 (cmol/kg почва) е умерено колоидна, тотално изградена в най-горната част, и с умерено колоидно изграждане на хумусния (Ак) хоризонт: $T_{8.2}$ в (Ак) хор. : $T_{8.2}$ в (Ск) хор. > 1; $T_{8.2}$ в (Вк) хор : $T_{8.2}$ в (Ск) хор > 1; ($T_{8.2}$ в (Ак) хор : $T_{8.2}$ в (Вк) хор > 1;
4. Според преобладаващата глинеста минералогия е с монтморилонит-илитов състав на глинестите минерали: силнокиселинният йонообменител T_{CA}=0 % от ($T_{8.2}$);
5. Значително по-високата степен на наситеност с бази от 95.9 до 99.1 % от ($T_{8.2}$) определя като главен педогенетичен процес образуването на монтморилонит.

В карбонатната почва вкисляването е близо до нула, така че освен от алкалоземните карбонати химичната реактивоспособност на тази почва се определя също и от хидролизно алкалната адсорбционна сол, съставена от силно базичните обменни катиони и слабокиселинния анион на почвения адсорбент (бази $T_{CA} + T_A$).

Съответно катионният обмен между корените на растенията и тези почви е от хидролизно алкален тип, който изключва йонното присъствие и участие на редица амфотерни микроелементи (Al, Fe, Mn, Zn, Cu, и др) поради хидроокисното им утаяване и неспособността на корените да ги адсорбират, което причинява недостатъчното им постъпване в растенията. Съответно тези почви са силно отдалечени от киселинния оптимум на растенията в посока към алкална дисхармония в храненето.

Профил 4, *Алувиално ливадна почва*, Нови Искър, окр.Софийски

1. Според базичната конституция на почвите в хоризонт (А), при отчетено $pH_{(H2O)}$ 6.5 почвата се определя, като излужена $H_{8.2}$ = 40÷100 % (T_A);
2. Според действащите киселинни и буферни системи почвата е неутрална: $H_{8.2}$ = (40÷80) % (T_A);
3. Според колоидната реактивоспособност $T_{8.2}$= 21.5 (cmol/kg почва) е средно колоидна;
4. Според преобладаващата глинеста минералогия с монтморилонит-иллитов състав на глинестите минерали: T_{CA} = 27.2 % от ($T_{8.2}$), силнокиселинният йонообменител (T_{CA}) < от степента на наситеност с бази (90.7 %);
5. Според съвременната глинеста еволюция (степен на наситеност с бази 90.7 % от ($T_{8.2}$), предположително е почва с еволюция към монтморилонит-иллит.

Забелязва се повишение на $pH_{(H2O)}$ по дълбочина и се отчита намаляване на степента на наситеност с бази. Няма вкисляване и катионният обмен върху корените на растенията е от хидролизно алкален тип.

Профил 5, *Светлосива горска почва*, с.Николаево

1. Според базичната конституция на почвите в хоризонт (А), при отчетено $pH_{(H2O)}$ 5.2, обм Al > 0, бази < Тса, почвата се определя като подзолиста;
2. Според действащите киселинни и буферни системи почвата е средно към силно кисела: обм H_{CA}+обм.Al=(20÷60) % (T_{CA}); $H_{8.2} = T_A$+(20÷60) % (T_{CA});
3. Според колоидната реактивоспособност $T_{8.2}$ = 18.0 (cmol/kg почва) е слабо колоидна, деградирало-илувиална със силно колоидно деградиране на (А) хоризонт и умерено колоидно изграждане на (Bt) хоризонт по отношение на (Ск) хор.: ($T_{8.2}$) 18.0 cmol/kg почва (А) хор : 30.7 cmol/kg почва (Ск) хор < 1;
($T_{8.2}$) 34.1(Bt) хор. : $T_{8.2}$ (Ск) хор 30.7 > 1;
4. Според преобладаващата глинеста минералогия с иллит-каолинитов състав на глинестите минерали: T_{CA}= 52.9 % от ($T_{8.2}$), силнокиселинният йонообменител (T_{CA}) > от степента на наситеност с бази (40.6 %);
5. Според съвременната глинеста еволюция (степен на наситеност с бази 40.6 % от ($T_{8.2}$), предположително е почва с еволюция към каолинит.

Колоидната еволюция на тези почви включва като типичен процес прогресиращо колоидно деградиране на (А) хоризонт, наред с колоидно изграждане на (Bt) хоризонт.

Възникналата по този начин кристало-химична диференциация на колоидите в (А) и (Bt) хоризонти показва, че колоидната деградация на (А) хоризонт се осъществява за сметка на последователното изчерпване на монтморилонитовите, след това на иллитовите структури, в резултат на което остава последната глинеста формация – асоциации на каолинит. Причините са напредналото вкисляване, което е обхванало пълно (T_A) и част от силно-киселинните позиции ($H_{8.2}$ > T_A) и съответно по-малката степен на наситеност с бази от величината на силно киселинния йонообменител (бази < T_{CA}), което диагностира термодинамичната нестабилност на глинестите структури в тези почви. Това води до киселинно разрушаване на глинестите минерали, в резултат на което се появяват нарастващи количества обменни алуминиеви катиони. Съответно катионният обмен между корените на растенията и тези почви е от хидролизно кисел тип и действието на силнокиселинната система поражда и включва в него значителни количества йони на амфотерните метали (Al, Fe, Mn, Zn, Cu и др.), които постъпват в растенията в токсични концентрации.

Профил 6, Планинско ливадна

1. Според базичната конституция на почвите в хоризонт (Ah), при отчетено $pH_{(H2O)}$ 4.5-5.0, обм Al > 0, бази < T_{CA} почвата се определя, като подзолиста;
2. Според действащите киселинни и буферни системи в почвата е силно кисела: обм H_{CA}+обм.Al = (20÷60) % T_{CA}; $H_{8.2} = T_A$+(20÷60) % T_{CA};
3. Според колоидната реактивоспособност $T_{8.2}$= 36.1-46.1 (cmol/kg почва) е средно колоидна;
4. Според преобладаващата глинеста минералогия е асоциации на каолинит и окис-хидроокисни структури в (А) хоризонт: T_{CA} = 29.6-30-2% от ($T_{8.2}$), силнокиселинният йонообменител (T_{CA}) > от степен на наситеност с бази (16.9-22.7%);

5. Според съвременната глинеста еволюция (степен на наситеност с бази 16.9-22.7 % от ($T_{8.2}$), предположително е почва с еволюция към най-ниското кристалохимично ниво на каолинит окис-хидроокисни минерали.

Вкисляването е напреднало и обменният Al нараства в дълбочина от 5.1 cmol/kg почва до 9.9 cmol/kg почва. Вкисляването е обхванало освен напълно (T_A) слабокиселинните позиции, също така и част от силно киселинните (обм $H_{8.2} > T_A$) и съответно по-малката степен на наситеност с бази от стойността (бази < T_{CA}). Демонстрира се термодинамична нестабилност на глинестите структури в тези почви, в резултат на което се появяват нарастващи количества обменни алуминиеви катиони. Химическата реактивоспособност на тези почви се определя от значителната по величина на хидролизно-киселата адсорбционна сол на (T_{CA}) и обменен Al със силнокиселинния анион на почвенния адсорбент. Катионният обмен върху корените на растенията е от хидролизно кисел тип, което отдалечава храненето на растенията при тези почви от оптималните условия на хранене.

Профил 9, *Излужена канелена горска почва*, Долни Извор, окр. Пловдивски,

1. Според базичната конституция на почвите в хоризонт (Ah), при отчетено $pH_{(H2O)}$ 6.4, почвата се определя като излужена $H_{8.2}$ = 40-100 % (T_A);
2. Според действащите киселинни и буферни системи в почвата е неутрална: $H_{8.2}$ = (80÷100) % (T_A);
3. Според колоидната реактивоспособност $T_{8.2}$=20.3 (cmol/kg почва) е средно колоидна, дълбоко изградена, с умерено колоидно изграждане на (A) и максимално в (Bt) хоризонт;
4. Според преобладаващата глинеста минералогия с монтморилонитов състав на глинестите минерали: T_{CA} = 78.82 % от ($T_{8.2}$), силнокиселинният йонообменител (T_{CA}) < от степента на наситеност с бази (92.3 %);
5. Според съвременната глинеста еволюция (степен на наситеност с бази 92.3 % от ($T_{8.2}$), предположително е почва с еволюция към монтморилонит.

При тази почва $pH_{(H2O)}$ е над 6.0 и нарастава по дълбочина. Степента на наситеност с бази е по-висока от (T_{CA}), което свидетелства, че освен силнокиселинния йонообменител със силни бази са неутрализирани също и слабокиселинните позиции на колоидите. Характерно за тази почва е поява на умерена киселинност, която е способствала за излужването на алкалоземните карбонати от почвения профил. Тази киселинност обхваща само слабокиселинния йонообменител на почвените колоиди, докато силнокиселинният йонообменител и много често част от слабокиселинните позиции са заети от силно базичните обменни катиони (обм $H_{8.2} < T_A$).

Излужените почви се характеризират с изменение на техните физико-химични свойства, обхващащи цял възможен интервал на вариране: Обм. $H_{8.2}$ (0-90.6 % $T_{8.2}$), силнокиселинния йонообменител T_{CA} (23-94 % $T_{8.2}$). Тези примери показват, че в основата на педогенетичните процеси е неутрализационната термодинамика на взаимоотношенията между силните бази и силнокиселинните глинести структури.

Обм. $H_{8.2} < (T_A)$, следователно катионният обмен между корените на растенията в почвата е от хидролизно алкален тип и осъществява адсорбция на бази освен върху силнокиселинния, също и върху слабокиселинния йонообменител на корените. Това все още нарушава уравновеността на храненето на растенията, но все пак се забелязва

тенденция към изравняване на базична наситеност с (T_{CA}), което ги определя към едни от плодородните почви.

Профил 10, *Излужена смолница*, Божурище, окр. Софийски

1. Според базичната конституция на почвите в хоризонт (А), при отчетено $pH_{(H2O)}$ 7.1 почва се определя, като излужена $H_{8.2}$ = 40-100 % (T_A);
2. Според действащите киселинни и буферни системи в почвата е неутрална: $H_{8.2}$ = (80÷100) % T_A;
3. Според колоидната реактивоспособност $T_{8.2}$=53.4 (cmol/kg почва) е силно колоидна, тотално изградена с умерено колоидно изграждане на (А) хоризонти;
4. Според преобладаващата глинеста минералогия с монтморилонитов състав на глинестите минерали: T_{CA}=81.8-90.3 % от ($T_{8.2}$), силнокиселинният йонообменител (T_{CA}) < от степента на наситеност с бази (94.4-96.9 %);
5. Според съвременната глинеста еволюция (степен на наситеност с бази 79.6 % от ($T_{8.2}$)), предположително е почва с еволюция към монтморилонит.

Вкисляване няма, поради действието на хидролизно-алкалната адсорбционна сол (бази > T_{CA}), т.е. катионният обмен върху корените е от хидролизно алкален тип.

Заключение

Въз основа на данните от физико-химичния анализ е направена физико-химична характеристика и диагностика на представените почви. Според съответните конкретни физико-химични величини, които служат за класификационна диагностика, се определя мястото на почвата в подразделенията на всяко таксономично ниво по водещите педогенни процеси. Катионната обменна адсорбция има важно генетично и агрономично значение. Съставът на обменните катиони и аниони е в тясна връзка с процесите на почвообразуване. С помощта на физико-химичния анализ могат да бъдат набелязани основни деградационни процеси в някои почвени типове и разработени добри практики за предотвратяването и ограничаването им. Това може да бъде постигнато чрез използването на подходящи торови средства и подобрители с цел създаване не само на оптимални условия за хранене на земеделските култури, но и за запазване и повишаване плодородието на почвите и тяхната продуктивност.

Литература

Ганев С., А. Арсова. (1980). Методи за определяне на силно киселинния и слабо киселинния катионен обмен в почвата. *Почвознание и агрохимия*, XV, №3: 22-33.

Ганев С. (1990). Физикохимична (Естествена Класификация и Диагностика на Нормалните (Незасолени) Почви, Химична Характеристика на Почвите, *Съвременна Почвена Химия*, Наука и Изкуство, София, 372.

Гедройц К.К. (1955). *Избранные Сочинения*, т.1 т.2, Сельхозгид, Москва.

Станчев Л., Д. Бобошевска, В. Велчев. (1977). Агрохимия, под науч.ред. на Л.Станчев, Пловдив, Хридто Г.Данов, стр. 407.

ISO 11260:1994. Soil Quality. Determination of Effective Cation Exchange Capacity and Base Saturation Level Using Barium Chloride Solution (Including Cor 1:1996) European Standart Approved by CEN on 3 June 2011.

РЕКОНСТРУКЦИЯ НА РЕЛИКТОВИТЕ УСЛОВИЯ НА ПАЛЕО-ВАЛЕЖИ В ГЕНЕЗИСА НА СМОЛНИЦИ И ИЗЛУЖЕН ТЕЖЪК ЧЕРНОЗЕМ

Тома Шишков, Мария Джокова
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

RECONSTRUCTION OF PALEOPRECIPITATION IN THE ANCIENT RECORD IN GENESIS OF SMOLNITZA AND CLAYEY CHERNOZEM

Toma Shishkov, Maria Jokova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Paleoprecipitation estimates from Smolnitsa and Clayer Chernozem are based on two independent proxies – depth to a Calcic horizon and the degree of chemical weathering. Assessment is presented at the genetic soil horizons for the interpretation of conditions and moisture regimes during soil evolution. Implementation of weathering index tracks the unique physical and chemical properties formed in Udic conditions of soil moisture.

Key words: paleorainfall, index of weathering, Vertisol, Calcic horizon

Увод

Думата „κλίμα" на гръцки означава „наклон" на слънчеви лъчи. Промените в климата са обект както на краткосрочни колебания така и дългосрочни тенденции. Тези екстреми в климата на земята се обуславят от формата на орбитата на земята около слънцето. Съвременният климат се определя от наличието на екваториално-полярния градиент, западният пренос в атмосферата и смяната на годишните сезони. В течение на последният милион години (Calabrian, Middle and Upper Pleistocene) Земята е преживяла десет големи и около 40 малки заледявания, разделени от дълготрайни периоди на затопляния или междуледникови периоди. Периодичноста на такива глобални цикли се определя на 150-200 хиляди години. Предпоследното, най-голямо затопляне, датира от преди 120 хиляди години (Upper Pleistocene). Днес от максимумът на ледниковия период ни делят 40 хиляди години. Кулминацията на последното най-голямо застудяване се отнася преди 18 хиляди години. Известен факт е, че нивото на световния океан преди 20 хиляди години е било със 100 m по-ниско от сегашното. Поради ниското ниво на морето много по-нисък от днешния е бил и ерозионният базис на долните течения на реките. Последното заледяване в Европа е станало преди 10.800-10.300 години (Holocene), когато температурите през лятото са били около нулата, а през зимата минус 20-30oC. Преди 9500 години започва поредното затопляне, като обилните валежи способстват за формирането на блата. През периода от 7400 до 3700 години в северо-западния регион се установи климатически оптимум на холоцена, характерен с влажен и топъл атлантически климат. Така, преди 6000-8000 години в централната част на Сахара средногодишното количество валежи е било 200-240 mm (днес е 40 mm). Преди 4000 години брегoвете на Гренландия са били покрити с растителност. Към средата на 4000 години нивото на Световния океан е било с + 3 m над днешното, залети или заблатени са най-ниските части на сушата. Преди 3500

години отново климата става по-сух и студен. С промяната на движението на влажните циклони се изменя и климата. Преди 3000 хиляди години пустинята вече заема половината от древния Египет. От тогава климата не се е променял рязко, и може да се твърди че природната среда съществувала отпреди 2500 години е подобна на сега. Последното захлаждане през 1500-1770 година засяга територията на цяла Европа.
Целта на работата е на базата на използвани геохимични характеристики да се получи реконструкция на условията при които е протичала еволюцията на смолници и глинести черноземи на основата на атмосферното средногодишно количество палео-валежи и съвременната дълбочината на формиране на Calcic хоризонт в профила.

Материал и методи

Количеството палео-валежи в реликтови почви (Vertisols) се основава на две зависимости – съвременна дълбочина на Calcic хоризонт в профила (стандартна грешка ± < 200 mm) и индекс на изветряне (Sheldon, Retallack, 2004). Особен интерес представляват методи, които използват общ валов химичен състав на почвата за изчисление на индекс на изветряне. И двата подхода водят до резултати, съответстващи на независим разчет на палеоклиматични условия. Почви чиято еволюция протича в райони осигурени с по-високи количества валежи, като правило са с изразен (Вк) хоризонт в дълбочина, обогатен с карбонатни конкреции.

По данни от дълбочина на (Вк) хоризонт с вторични карбонати се извежда средно количество валежи (Retallack, 2005). Уравнението е: количество валежи (mm) = $- 0.013D^2 + 6.45D + 137.2$, където D е дълбочина (cm), R2 = 0.52, и стандартната грешка е 147 mm/год.

Оценката на количеството палео-валежи може да бъде изчислено използвайки химически индекс на промяна, например Chemical Index of Alteration Minus Potassium (CIA-K) за (B) хоризонт на палеопочви и валидиран при съвременни условия, където R2 = 0.72, и стандартната грешка е 182 mm/год (Sheldon et al., 2002).

Седем профила на смолници и Излужен тежък чернозем (карасолук) са оценени с използване на индекс на изветряне CALMAG, който за разлика от други методи зависи от състава CaO и MgO оксиди (Nordt and Driese, 2010). Стойности на средногодишното количество валежи по метода CALMAG е реконструкция на реликтовите условия специално за почви с високо съдържание на илова фракцията, с висок потенциал на набъбване и свиване, и изразен сликенсайд. Методът отчита разпределението и състава на CaO и MgO в резултат на изветряне, съдържащи се както в карбонатите, така и обменните форми на Ca^{2+} и Mg^{2+}, определени в критичната дълбочина 25 – 100 cm за всеки индивидуален профил.

Уравнението е: индекс CALMAG = Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + MgO) x 100; количество валежи = 22.69 x CALMAG - 435.8, при R = 0.90 и стандартната грешка е ± 108 mm.

За по-голяма обективност, при оценката са използвани автентични морфологични описания с автор В. Койнов (1998), както и данни получени за общ валов химичен състав на шест смолници и Излужен тежък чернозем от М. Джокова, публикувани в Атласа на почвите в България (1998) и дисертацията на К. Бонева (1985).

Резултати и обсъждане

В края на 19 век започват да се използват литологични данни като показатели за климата от минали епохи. Почви с реликтови признаци са важен източник на данни за палеоклимата, защото в тях генетичните хоризонти са подредени вертикално, като по този начин представят постоянно отражение на палеоклимата. Разработени са различни количествени методи за определяне количеството на палео-валежи използвани при реликтови почви. Трансферните функции за реконструкция на средногодишно количество палео-валежи се определя с висока достоверност по количеството и разпределението на валовия химичен състав на почвените оксиди чрез изчисление на индекс на изветряне. Оценката на средногодишното количество палео-валежи включва и геохимични анализи на желязо-манганови (Fe-Mn) конкреции (Stiles et al., 2001) и дълбочината на хоризонти обогатени с вторични карбонати, или основаващи се на химичния индекс на атмосферни влияния (CIA-K), $Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)$ x100, който свидетелства за формирането на ил в профила и загубата на бази в резултат на изветряне на фелдшпати, но този метод не е подходящ за почвите като Vertisols.

По-високото количество валежи е свързано както с повишен повърхностен отток така и с активен процес на хидролиза на минералната част. Морфологичните различия показват, че съвременните почвите притежават дискретни реликтови признаци, които свидетелстват за различни условия и режими на влага. Педогенетичните характеристики, които са показателни за степента на дренираност на почвата, свидетелстват по този начин за промените на количеството валежи и режими на влага в минали епохи по време на формирането на почвите.

Смолниците с мощен (B) хоризонт (над 1 m) не са подходящи за използване по метода CALMAG. В реликтовите почви, с формиран маломощен профил, изветрянето е протекло в по-кратки срокове и тези почви също не могат да имат представително катионно разпределение съответстващо на различни режими на овлажнение. Метода се прилага в контролен слой 25-100 cm, и не е подходящ в случаи на почви с глееви хоризонти или почви, които нямат значителна разлика в индекса на изветряне между (B) хоризонт и почвообразуващи материали.

Използвани са педотрансферни функции на общ валов химичен състав и съвременни почвени характеристики. Целта е да се оценят получените резултати при геохимичното определяне на средногодишното количество палео-валежи и генетична интерпретация при Смолници и Излужен тежък чернозем (карасолук) чрез различните условията и режими на влага. Така, при количество валежи под 900 mm запасеноста с CaO изцяло се контролира от $CaCO_3$, докато при увеличаване количеството валежи над 900 mm основен принос във валовия състав на CaO имат обменните форми на Ca^{2+}. Значителното количество Al_2O_3 е унаследено от минералите в почвообразуващите материали и в много по-малка степен е резултат от процес на хидролиза. Стойностите CALMAG за тези минерали съответно е 57 за биотит, 76 за иллит, 84 за монтморилонит и > 100 за каолинит. От основните глинести минерали в проучваните почви преобладава монтморилонит (50-88% в иловата фракция), което отговаря на стойностите CALMAG за този минерал близки до 84 (Таблица 1). Според индекса на изветряне CALMAG по-високите количества палео-валежи в минал период съответстват на таксономичното съдържанието на количеството влага в профила и

обяснява декалцифицирането и изнасянето на CaO. Според индекса CALMAG почви с влажностен режил Ustic се характеризират със стойности между 40-60 (или 90-180 дни през годината с дефицит на влага); 60-80 за почви с влажностен режим Udic (< 90 дни през годината с дефицит на влага).

Смолниците са едни от старите по произход почви, формирани често върху преотложени продукти (Eocene, Oligocene, Miocene, Pliocene), които впоследствие са били подложени на изветряне. Еволюцията им е преминала през продължителен период на ливаден и ливадно-блатен процес на почвообразуване. Глинестите черноземи са с възраст приблизително 10 хиляди години, т.е. формирани са след края на последното заледяване.

Получените стойности на количеството валежи по съвременни данни за дълбочина на Calcic хоризонт в профилите (Таблица 2) е с висока степен съответствие с генетичните специфики на проучваните почви, така при стойности > 750 mm/год еволюцията на някакъв период е протекла при значително количество влага (Retallack, 2005).

Получените стойности за индекс на изветряне CALMAG по генетични хоризонти е в съответствие с таксономичните разновидности на проуваните почви. Най нисък е 63 при Типична смолница, с условия и режим на овлажнение съответстващ на пик средногодишно количество палео-валежи на неопределен етап от развитието на почвата равен на 994 ± 108 mm, при Оподзолена (псевдоподзолиста) смолница, Веселие, област Бургас е 76 с пик количество палео-валежи 1289 ± 108 mm, при Силно излужена смолница, Ястребово, област Хасково е 82 с пик количество палео-валежи 1425 ± 108 mm, при Силно излужена смолница, Средец, обл Стара Загора е 84 с пик количество палео-валежи 1465 ± 108 mm, при Излужен тежък чернозем (карасолук), Раковица, обл Видин е 88 с пик количество палео-валежи 1561 ± 108 mm. Получените пикове на количеството палео-валежи свидетелства, че еволюцията на проучваните почви е протекла при Udic влажностен режим при съответстващо повишено количество влага в профила. Процесите на оподзоляване в смолниците са съвременни процеси протичащи в зависимост от локалните особености на почвообразуване, подобни изводи са получени от Йорданова (2015). При сума количество палео-валежи < 900 mm, доминират процеси на физическо изветряне, докато при сума количество палеовалежи > 1100 mm най-силно влияние оказват хидролиза и геохимичната активност.

Заключение

Проучваните шест смолници и Излужен тежък чернозем (карасолук) са формирани при различни условия и режими на влага в профилите. Смолниците са старите по произход почви с продължителен ливаден и ливадно-блатен процес на еволюция. Съвременното им таксономично определяне зависи както от условията и режимите на влага в профила така и от локалното местоположение. Докато Излужения тежък чернозем (карасолук) е на възраст няколко хиляди години формиран при силно изразени хидроморфни условия на някакъв етап на почвообразуване. Общото в генезиса на проучваните почвите е, че са образувани в палеоклиматични условия на Udic влажностен режим. Основните физико-химични характеристики на смолниците са унаследени от преотложени глинести почвообразуващи материали от различни епохи

(Eocene, Sarmatian, Pliocene), докато при Излужен тежък чернозем (карасолук) от глинести льосовидни материали (Pleistocene).

Таблица 1. Общ валов химичен състав (в % накален остатък), автор М. Джокова

Хоризонт	Дълбо-чина, cm	Total chemical composition, % of ignition soil heated residue Валов химичен състав, в % накален остатък								Индекс на изветряне CALMAG
		SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SiO_2/R_2O_3	
Типична смолница, Сарафово, обл Бургас										
A	0-23	55.57	8.03	16.01	4.73	2.90	-	-	4.24	-
A”	23-41	54.04	8.48	16.49	4.38	3.20	-	-	4.29	68.51
AB	41-58	54.30	7.99	17.28	4.40	2.65	-	-	4.14	71.02
B1	58-85	54.38	7.98	17.19	4.80	3.24	-	-	4.14	68.13
BCk	85-93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ck1	93-113	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ck2	113-193	43.40	5.97	14.23	14.88	2.90	-	-	4.00	44.45
Силно излужена смолница, Ястребово, обл. Хасково										
A	0-20	77.76	3.69	15.43	2.36	2.93	1.94	1.35	7.13	-
A”	20-39	73.82	3.66	13.90	1.74	2.44	1.92	1.34	7.73	76.88
A”’	39-65	71.93	4.43	16.64	2.02	-	1.95	1.00	6.15	-
Ab	65-89	69.80	5.13	17.90	1.71	1.39	2.15	1.37	5.60	85.24
aB	89-106	69.68	5.07	18.38	1.75	1.73	1.97	1.37	5.76	84.08
B1	106-118	69.24	4.98	17.85	2.78	1.00	2.40	1.35	5.47	82.52
BCk	118-134	69.60	5.03	17.39	2.35	1.58	2.31	1.36	5.74	81.56
Ck1	134-162	66.70	4.48	16.10	6.62	1.77	2.17	1.50	5.98	-
Оподзолена (псевдоподзолиста) смолница, Веселие, обл Бургас										
A1A2	0-20	70.82	5.24	12.04	2.80	1.41	2.75	2.04	7.82	-
ABg	20-52	64.15	8.64	17.02	2.53	1.86	2.58	1.79	4.83	79.49
aBg	52-76	64.26	8.53	16.74	2.64	2.32	2.58	1.13	4.91	77.14
Btg	76-100	64.05	8.64	16.22	2.71	1.57	2.56	1.15	5.01	79.12
BCk	100-125	59.69	6.09	17.72	6.61	1.10	2.47	1.81	6.33	69.68
Ck1	125-145	49.95	1.10	18.66	26.64	0.94	1.59	1.29	6.48	-
Силно излужена смолница, Божурище, обл София										
A	0-26	66.64	15.01	13.14	2.39	0.60	-	-	-	-
A”	26-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A”’	50-78	63.45	15.18	13.60	0.77	1.40	-	-	-	86.24
Ab	78-101	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B1	101-145	64.89	15.33	12.28	2.24	1.50	-	-	-	76.65
Bk2	145-252	64.64	15.11	13.35	3.31	1.95	-	-	-	71.73
Ck	252-270	51.50	17.88	15.37	8.13	1.63	-	-	-	-
Силно излужена смолница, Средец, обл Стара Загора										
A	0-25	67.86	6.44	18.69	2.49	1.70	-	-	-	-
A”	25-48	68.34	6.60	18.60	2.05	1.79	-	-	-	82.88
A”’	48-65	67.33	6.77	19.72	1.82	1.90	-	-	-	84.13
Ab	65-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	92-135	67.92	6.68	19.51	1.65	1.97	-	-	-	84.34
Ck1	135-154	57.68	6.74	16.37	9.64	1.65	-	-	-	-
Ck2	154-250	59.85	5.92	16.74	8.38	1.41	-	-	-	-
Ливадна псевдоподзолиста смолница, Тополово, обл Пловдив										
A1A2	0-16	76.33	2.72	14.73	1.60	1.78	2.33	2.04	6.81	-
AE	16-37	75.84	2.57	14.28	1.89	0.21	3.16	1.50	8.10	87.18
Btg1	37-55	67.23	5.32	20.77	2.30	0.16	2.58	1.59	4.72	89.41
Btg2	55-92	68.78	5.10	19.74	3.06	0.38	2.58	1.46	5.08	85.15
BCkg	92-116	60.84	3.83	17.70	10.54	0.84	2.67	1.97	5.14	60.86
Ckg1	116-135	53.30	3.28	16.62	13.10	7.28	2.77	1.80	4.85	-
Ckg2	135-150	61.59	3.27	16.68	12.36	1.43	3.22	2.27	5.57	-

Излужен тежък чернозем, Раковица, обл Видин										
A	0-32	70.60	6.80	18.60	1.10	1.47	1.42	0.95	5.23	-
A”	32-59	68.50	7.10	20.20	1.17	1.47	1.53	0.95	4.75	88.44
AB	59-85	68.00	7.27	20.50	1.17	1.46	1.53	0.77	4.60	88.62
B1	85-106	67.10	7.85	20.70	1.40	1.35	1.41	0.94	4.45	88.27
B2	106-141	68.25	7.10	20.20	1.16	1.68	1.65	0.94	4.73	87.67
Ck	141-180	63.80	6.62	18.65	7.93	1.74	1.58	1.04	4.70	-

Таблица 2. Механични фракции на ил и физична глина (%), съдържание на карбонати (%), изчислено средно годишно количество палео-валежи (mm) по метода CALMAG и по дълбочината на формиране на Calcic хоризонт в профила

Хори-зонт Hori-zon	**Дълбо-чина, Depth, cm**	**Размер на частиците, Particle size, mm**		**$CaCO_3$ %**	**H.в. m Alti-tude, m**	**Средно годишн t°C Mean Annual, t°C**	**Кол-во валежи (mm), по дълбоч. на Calcic хоризонт**	**Средно годишно кол-во валежи, (mm) MAP, (mm)**	
		<0.001	**<0.01**					**1931-1985**	**CAL MAG**
Типична смолница, Сарафово, обл Бургас									
A	0-23	42.3	56.1	0	25	12.5	592 ±147	543 Max 962	994 ±108
A”	23-41	44.4	61.3	0					
AB	41-58	49.3	60.2	0					
B1	58-85	38.7	52.9	0					
BCk	85-93	31.6	45.3	1.7					
Ck1	93-113	30.8	43.3	1.7					
Ck2	113-193	30.1	43.3	1.7					
Силно излужена смолница, Ястребово, обл.Хасково									
A	0-20	33.2	49.6	0	165	12.9	768 ±147	668 Max 943	1425 ±108
A”	20-39	34.0	51.3	0					
A”’	39-65	46.0	58.4	0					
Ab	65-89	48.8	67.1	0					
aB	89-106	47.1	60.7	0					
B1	106-118	45.3	60.0	0					
BCk	118-134	46.0	60.5	Следи					
Ck1	134-162	41.7	54.9	4.91					
Оподзолена (псевдоподзолиста) смолница, Веселие, обл Бургас									
A1A2	0-20	24.6	50.2	0	300	13.1	652 ±147	656 Max 1003	1289 ±108
ABg	20-52	51.3	68.5	0					
aBg	52-76	51.7	68.1	0					
Btg	76-100	49.3	65.5	0					
BCk	100-125	36.4	57.3	3.72					
Ck1	125-145	21.2	34.9	20.39					
Силно излужена смолница, Божурище, обл София									
A	0-26	58.3	74.1	0	554	9.7	799 ±147	590 Max 960	(B) хориз. > 1 m
A”	26-50	58.9	75.9	0					
A”’	50-78	59.0	74.8	0					
Ab	78-101	59.5	76.0	0					
B1	101-145	59.4	74.4	0.6					
Bk2	145-252	55.0	69.3	6.7					
Ck	252-270	51.2	65.7	8.2					
Силно излужена смолница, Средец, обл Стара Загора									
A	0-25	56.2	71.6	0	182	12.6	771 ±147	628 Max	1465 ±108
A”	25-48	54.2	71.9	0					
A”’	48-65	58.7	73.3	0					
Ab	65-92	53.0	69.0	0					
B	92-135	52.2	67.7	0					
Ck1	135-154	5.70	58.2	13.8					

Ck2	154-250	8.30	64.1	11.0				919	
Ливадна псевдоподзолиста смолница, Тополово, обл Пловдив									
A1A2	0-16	17.4	39.0	0	300	12.6	711 ±147	593	с глеев (Bg) хори-зонт
AE	16-37	13.8	34.4	0					
Btg1	37-55	51.6	63.5	0					
Btg2	55-92	49.5	62.8	0					
BCkg	92-116	43.5	57.4	Следи					
Ckg1	116-135	30.9	42.3	12.44					
Ckg2	135-150	22.2	31.4	19.03					
Излужен тежък чернозем, Раковица, обл Видин									
A	0-32	39.4	59.0	0	-	10.7	788 ±147	614 Max 880	1561 ±108
A”	32-59	46.2	64.6	0					
AB	59-85	45.2	63.5	0					
B1	85-106	45.4	65.8	0					
B2	106-141	42.6	60.2	0					
Ck	141-180	36.6	53.5	9.58					

Литература

Бонева К. (1985). Геохимия на някои химични елементи в почви на Северна България. Хабилитационен труд, Институт по почвознание и програмиране на добивите Н.Пушкаров: 301.

Йорданова Д.В, (2015). Магнетизм на почвите в България. Дисертация, Национален институт по геофизика, геодезия и география, БАН: 500.

Колева Е, Р.Пенева. (1990). Климатичен справочник. Валежи в България, Изд-во БАН, Институт по метеорология и хидрология: 169

Койнов В, Ив. Кабакчиев, К.Бонева. (1998). Атлас на почвите в България, Институт по почвознание и агроекология „Никола Пушкаров”, Селскостопанска Академия, Земиздат, София: 321.

Nordt L.S, Driese, 2010. Journal of Geology, v.38, N5, 407-410.

Retallack, G.J., 2005. Pedogenic carbonate proxies for amount and seasonality of precipitation in paleosols. *Geology* 33, 333–336.

Sheldon, N., Retallack, G. and Tanaka, S. (2002). Geochemical climofunctions from North American soils and application to paleosols across the Eocene-Oligocene boundary in Oregon. *Journal of Geology*, v. 110: 687–696, doi:10.1086/342865.

Sheldon N. D., G. J. Retallack. (2004). Regional Paleoprecipitation Records from the LateEocene and Oligocene of North America. *Journal of Geology*, v 112: 487-494

Trashliev Ch. (1968). First Congress of Soil Scientists in Bulgaria. Excursion Guide.Bulgarian Soil Science Society, Bulgaria Academy of Sciences, Sofia: 118.

Stiles C.A., C.I.Mora and S.G. Driese. (2001). Pedogenic iron-manganese nodules in Vertisols: A New Proxy for Paleoprecipitation. Geological Society of America.*Geology*, October 2001, v.29, N 10: 943-946.

ОСОБЕНОСТИ НА ПОЧВЕНИЯ АДСОРБЕНТ И ОБМЕННИТЕ СОРБЦИОННИ СВОЙСТВА НА ПОЧВИ С ЧЕРВЕНА ХРОМА ОТ СОФИЙСКАТА КОТЛОВИНА

Методи Теохаров, Тома Шишков, Георги Димитров, Росица Сечкова
ИПАЗР *„Н. Пушкаров", София*

PECULIARITIES OF THE SOIL ADSORBENT AND THE EXCHENCHEABLE SORPTION PROPERTIES OF SOILS WITH RED CHROMA FROM THE SOFIA VALLEY

Metodi Teoharov, Toma Shishkov, Georgi Dimitrov, Rositsa Sechkova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The paper deals with the cation exchange capacity characteristics of the soil from the northeastern part of Sofia valley, distinguished by the reddish color and different development of aggregates stability. Four shallow soils and five deep soils are included in the study. These properties of the soil are dependent upon the quality of its colloidal matter, which forms the essential part of what is known as soil absorption complex (SAC) of mineral, organic and organic-mineral colloidal components of the solid phase, capable of ion exchange. A good understanding of physicochemical properties of the soil is needed for many practical applications, as, for example, the regulation of soil reaction and the use of chemical amendments, conservation of soil structure and its ability to withstand erosion caused by wind and water. A proper knowledge of cation exchange will help one to make correct decisions while deciding the problems of crop fertilization and irrigation, as well as to predict the possible development of some soil degradation.

Key words: Red soils, cation exchange capacity, soil reaction, cations, anions.

Увод

Червеноцветнит и червеноземните почви в България са важен и твърде интересен почвено-геологичен феномен. Койнов (1956), Койнов и др. (1971) посочват, че червеникавото оцветяване, тежко глинестия механичен състав и богатата карбонатна скала на Канелените горски почви имат реликтов характер, свързан с особеностите и начина на отлагането на почвообразуващите им наноси и с биоклиматичните условия през плиоцена и началото на кватернера, които са имали средиземноморски характер. По-късно в националната класификация е въведен подтип Червени Канелени горски почви (Пенков и др. 1992). Теохаров (1995), Теохаров и Дачев (1999), Теохаров (2009), Теохаров и Дачев (2012) посочват, че тези почви са формирани на основата на червенообагрените от съдържащите железни окиси конгломерати, пясъчници, аргилити, глини и други подобни скали с палеозойска, мезойска и ранно палеозойска възраст. Въз основа на морфологични, механични, химични и физико-химични показатели, те са класифицирани в две подгрупи - **карбонатни червени и кисели червени почви.** Нинов(2002) въвежда нов почвен тип – Червеноземи (Nitisols) с три подтипа – Канелено-червени, Обикновени и Плитки.

На базата на ново, по-широко изследване на почвообразуващите скали и на три основни процеса (Феритизация, Ферсиалитизация и Фералитизация) те са класифицирани като Червени канелени горски почви (Rhodic и Chromic Luvisols, Червени карстови почви (Terra Rossa) и Червеноземи (Ferralic Nitisols) (Теохаров и Дачев, 2012).

Целта на настоящето изследване е на основата на конкретни физикохимични (йонообменни) величини на четири примитивни и слаборазвити три маломощни и средномощни и три дълбоки развити почви, с червена хрома формирани върху разнообразни почвообразуващи материали, да се направи физикохимична характеристика и диагностика и по възможност да се подобри тяхната класификация. Както е известно физикохимичният анализ на съответната почва може да послужи за определяне на почвообразувателни процеси и мястото на почвата в подразделенята на таксономично ниво. Физикохимичните свойства на почвите са резултат на тяхната еволюция при взаимодействието на различни фактори. Характеристика на физикохимичните свойства на почвите има практическа приложимост, при регулиране на реакцията на почвата и използване на почвената структура и нейната способност да противостои на ветровата и водна ерозия.

Както е известно сорбционният капацитет на почвата се изразява с общото количество йони, които колоидите могат да задържат по обменен път при определени закономерности. Количеството и качеството на почвените минерални и органични колоиди се използва като важен белег при характеристика на отделните типове почви. Съставът на обменните катиони и аниони е в тясна връзка с процесите на почвообразуване. Като цяло катйонната обменна адсорбция има важно генетично агрономически значение.

Материал и методи

Изхождайки от горепосочените особености почвите от североизточната част на Софийското поле са проучени относно техните физикохимични свойства и диагностична характеристика.

Проучения район обхваща землището на Горна Малина (Профил № 1 – 8, с.Григорево (Профил № 9) и Горни Богров (Профил № 10), които се намират в североизточната част на Софийската котловина. Те са формирани върху различни скали и са с различен стадии на развитие.

Почвените проби са анализирани по генетични хоризонти по метода на Ганев и Арсова (1980). На основата на морфологичната характеристика и физикохимичен анализ на изследваните почви са диагностицирани и класифицирани по Йолевски и др. (1983), Нинов и Теохаров (1982), Койнов (1987), Ганев (1990) и Петков (1992).

Те са формирани върху различни скали и са с различен стадии на развитие:

I. Плитки, слабо развити почви с примитивен и неоформен профил върху твърди скали.

1. Профил № 1 – Ферични Литоземи формирани върху червени пясъчници.

2. Профил № 3 – Тъмни Ранкери формирани върху железоносни кварцити.

3. Профил № 4 – Ферични Ранкери формирани върху железоносни кварцити.

4. Профил № 7 - Ферични Ранкери формирани върху червени пясъчници.

II. Маломощни и средно мощни развити почви с нормален, но плитък профил върху меки скали.

1. Профил № 2 – Червени (средно излужени) канелени почви, развити върху меки, силно изветрели илувилални отложения.

2. Профил № 5 – Червени (силно излужени) канелени горски почви, върху меки, кисели силно изветрели илувиални отложения.

3. Профил № 6 – Червени (силно излужени) канелени горски почви върху силно изветрели делувиални отложения от червени пясъчници.

III. Дълбоки (мощни) развити почви с нормален и развит профил.

1. Прифил № 8 – Червени (типични) канелени горски почви върху карбонатни едрочастични старокватернерни отложения.

2. Профил № 9 – Червени (слабо излужени) канелени горски почви (Червеноземи) върху кисели финочастни старокватернерни отложения.

3. Профил № 10 – Червени (вертични) канелени горски почви върху фини карбонатни старокватернерни отложения.

Резултати и обсъждане

Катионният обменен капацитет измерва колоидното изграждане на почвите по тяхната физикохимична реактивоспособност, т.е. по валентността и поради това резултатът се измерва с (cmol/kg) химично свързване. Колоидните структури в почвата притежават на повърхността си отрицателни заряди, произлизащи от нееквивалентни изоморфни заместявания в слоистата решетка на глинестите минерали и от киселинната йонизация на функционалните групи на хумусните вещества. Тези отрицателни заряди са компенсирани от положителни заряди на адсорбирани върху колоидните повърхности катиони (калциеви, магнезиеви, калиеви, водородни, алуминиеви и др.), които могат да се обменят с други катиони от солеви разтвори, поради което се наричат обменни катиони.

Насищането на почвената проба с неутрален, безбуферен калциев двухлорид в достатъчна концентрация има задача да измества във филтрата катионните съставки на киселинността върху силно киселинните позиции (обменен водород, обменен алуминий и др. йони), където те подлежат на ацидиметрично определяне.

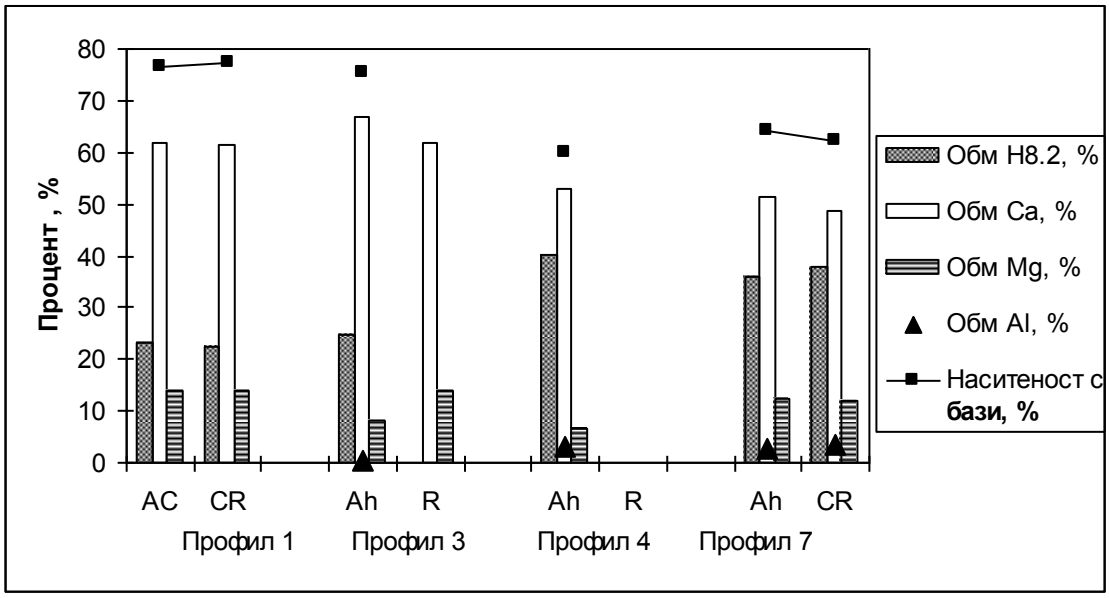
Тъй като заместването на слабо киселинен водород с базични катиони зависи от pH като следствие от неговата зависеща от pH йонизация, едновременната десорбция на двата вида индикаторни катиони се осъществява с буферен десорбиращ разтвор, чиито буферни характеристики трябва да наподобява функционално калциево карбонатно (бикарбонатно) равновесие, което осъществява в природата максимално възможното насищане на зоналните почви с алкалоземни бази. Десорбиращият буферен разтвор трябва да има pH 8.25 и да бъде на границата на своята буферност, т.е. да е съставен от силно базични катиони, тъй като само те могат да се адсорбират, включително и върху слабо киселинните позиции, и от слабо киселинни аниони, чиято съответстваща слаба киселина йонизира подобно на въглената киселина. Това е постигнато чрез добавянето към класическия ацетатен буфер на Капен (1950) за десорбиране на хидролитичната киселинност на калиев малеинат в съответната

концентрация, тъй като йонизацията на малеиновата киселина pK2 = 6.2 е достатъчно сходна с йонизацията на въглената киселина pK1 = 6.4. Ето защо за десорбирането и определянето на общата киселинност ($H_{8.2}$) и обменните алкалоземни катиони (обменни калциеви, магнезиеви, калиеви, водородни, алуминиеви и др.) се използва същия десорбиращ разтвор с pH 8.25.

За характеристика на физикохимичните свойства на предоставените почви са използвани физикохимични величини, отразени съответно в табл. 1 и фиг. 1, 2 и 3.

Таблица 1. Катионен обменен капацитет (cmol/kg почва) и степен на наситеност с бази (%) по метода на Ганев и Арсова (1980), където: ($T_{8.2}$) - обща сума на обменни катиони; (T_{CA}) - катионни обменни капацитети на силнокиселинния йонообменител; (T_A) - слабо киселинния йонообменител на почвата

Хори-зонт	Дълбо-чина, cm	pH H_2O	Обменни катиони (cmol/kg почва)							Обменни катиони, $T_{8.2}$ (%)						Степен на насит. с бази, %
			$T_{8.2}$	T_{CA}	T_A	$H_{8.2}$	Al+H	Ca	Mg	T_{CA}	T_A	$H_{8.2}$	Al+H	Ca	Mg	
Профил 1																
AC	0-17	6.3	15.0	10.4	4.6	3.5	0	9.3	2.1	69.33	30.7	23.33	0	62	14	76.7
CR	17-40	6.8	14.2	10.0	4.2	3.2	0	8.7	2	70.42	29.6	22.54	0	61.27	14.08	77.5
Профил 2																
Ah	0-25	6.5	21.5	16.2	5.3	4.2	0	16.2	1	75.35	24.7	29.58	0	75.35	4.65	70.4
Bt	25-65	6.8	27.5	23.3	4.2	3.6	0	23.1	1	84.73	15.3	13.09	0	84	3.64	86.9
Ск	65-90	7.4	26.4			0	0	25.1	1.1			0	0	95.08	4.17	100
Профил 3																
Ah	0-24	5.8	25.1	19.1	6	6.2	0.1	16.8	2	76.1	23.9	24.7	0.4	66.93	7.97	75.3
R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Профил 4																
Ah	0-25	5.1	22.7	14.3	8.4	9.1	0.66	12	1.5	63	37	40.09	2.91	52.86	6.61	59.9
R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Профил 5																
A	0-25	5.5	20.5	14.4	6.1	6.7	0.5	11	2.7	70.24	29.8	32.68	2.44	53.66	13.17	67.3
Bt	25-52	4.5	21.4	13.9	7.5	9	1.45	9.5	2.6	64.95	35.1	42.06	6.78	44.39	12.15	57.9
C	52-75	4.5	21	13.7	7.3	8.5	1.2	9.3	2.8	65.24	34.8	40.48	5.71	44.29	13.33	59.5
Профил 6																
Ah	0-6	5.7	21.3	16.6	4.7	4.9	0.1	14.2	2.3	77.93	22.1	23.0	0.5	66.67	10.8	77.0
A	6-31	6.5	19.7	15.2	4.5	3.6	0	13.9	1.9	77.16	22.8	18.27	0	70.56	9.64	81.7
Btg	31-58	6.4	21	16.7	4.3	3.6	0	15	2.5	79.52	20.5	17.14	0	71.43	11.9	82.9
Cg	58-83	6.4	13.8	9.4	4.4	3.6	0	7.1	2.8	68.12	31.9	26.09	0	51.45	20.29	73.9
Профил 7																
Ah	0-20	4.9	19.5	13.1	6.4	7	0.5	10	2.4	67.18	32.8	35.9	2.56	51.28	12.31	64.1
CR	20-40	4.8	14.8	9.7	5.1	5.6	0.5	7.2	1.8	65.54	34.5	37.84	3.38	48.65	12.16	62.2
Профил 8																
Ah	0-25	6.4	20.3	16	4.3	3.5	0	14.6	2.2	78.82	21.2	17.24	0	71.02	10.84	82.8
B1	25-55	6.65	20.6	16.5	4.1	3.3	0	15.2	2	80.1	19.9	16.02	0	73.79	9.71	84.0
Bg2	55-87	6.85	18.8	14.7	4.1	3.2	0	13.2	2.1	78.19	21.8	17.02	0	70.21	11.17	83.0
Bg3	87-119	6.85	19.5	15.3	4.2	3.2	0	14	2.4	78.46	21.5	16.41	0	71.79	12.31	83.6
C	119-144	6.95	20.1	16.1	4	3.1	0	14.5	2.4	80.1	19.9	15.42	0	72.14	11.94	84.6
Профил 9																
Ah	0-15	6.1	30.9	23.8	7.1	6.3	0	22.2	2.5	77.02	23	20.39	0	71.84	8.09	79.6
A	15-30	5.7	29.5	22.3	7.2	7.5	0.2	19	2.8	75.59	24.4	25.42	0.68	64.41	9.49	74.6
Bt1	30-70	5.5	29.3	22	7.3	7.7	0.3	18.6	2.9	75.09	24.9	26.28	1.02	63.48	9.9	73.7
Bt2	70-100	5.65	29	22.4	6.6	6.9	0.3	18.8	3.1	77.24	22.8	23.79	1.03	64.83	10.69	76.2
Bt3	100-130	5.6	28.8	22.3	6.5	6.9	0.3	18.5	3.1	77.43	22.6	23.96	1.04	64.24	10.76	76.0
C	130-155	5.75	29	23.6	5.4	5.6	0.3	20.1	3.1	81.38	18.6	19.31	1.03	69.31	10.69	80.7
Профил 10																
Ah	0-5															
A	5-30	5.5	38.5	30.5	8	8.4	0.3	27	3.1	79.22	20.8	21.82	0.78	70.13	8.05	78.2
Bt1	30-67	6.2	37.8	31.6	6.2	4.9	0	30	2.9	83.6	16.4	12.96	0	79.37	7.67	87.0
Bt2	67-87	6.5	38.2	31.8	6.4	4.8	0	30.5	3	83.25	16.8	12.57	0	79.84	7.85	87.4
Bk1	87-131	7.3	34.6	-	-	0	0	31.6	3	-	-	0	0	91.33	8.67	100
Bk2	131-166	7.4	34.6	-	-	0	0	31.6	3	-	-	0	0	91.33	8.67	100
Ck	166-200	7.4	34.6	-	-	0	0	31.5	3.1	-	-	0	0	91.04	8.96	100

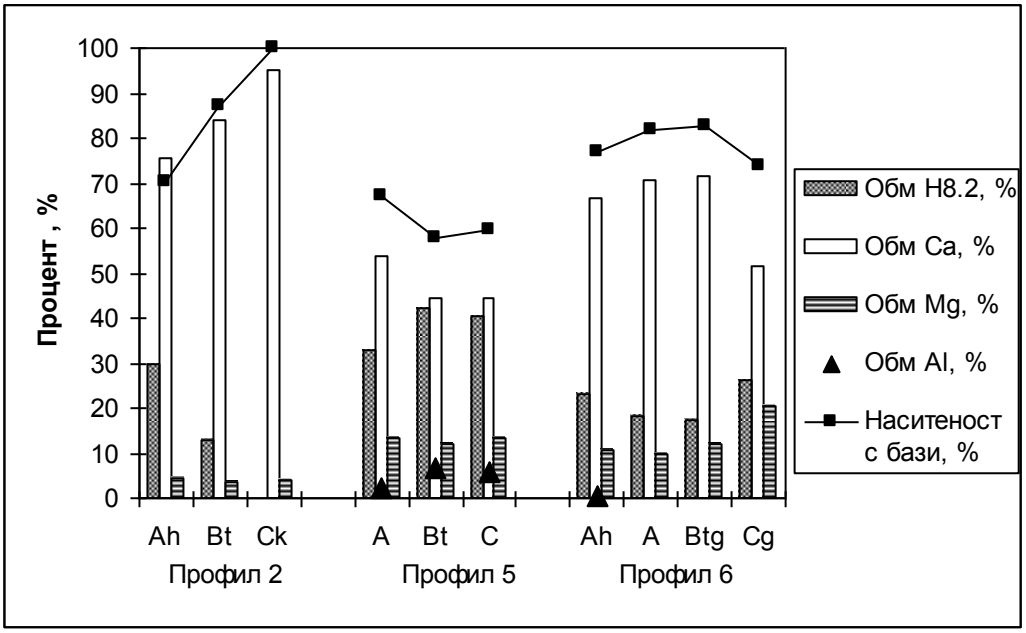


Фигура 1. Обменни катиони (%) от $T_{8.2}$ и степен на наситеност с бази (%) в плитки червеноцветни почви формирани върху пясъчник (профил 1, 7) и гранитогнайси и кварцити (профил 3, 4)

Физикохимичните свойства и характеристика на слаборазвитите, хумусно-силикатни почви - Литоземни ранкери са описани чрез Профили 1, 3, 4 и 7. Според основния диагностичен показател – pH, почвите са слабо кисели до силно кисели, което е в границите на установения критерий за тях (Теохаров, 1981; Пенков и др., 1992). Профил 1, 7 формирани върху червени пясъчници се характеризират със слабо развит адсорбент в (А) хоризонт ($T_{8.2}$ = 15.0-19.5 cmol/kg почва), и умерено висока катионна обменна способност ($T_{8.2}$ = 22.7-25.0 cmol/kg почва) в почви формирани върху кварцити (профил 3 и 4). Почвите са със много слабо проявен процес на глинообразуване, със съдържане на илистата фракция (<0.001 mm) съответно 9.0 - 5,0 % (профил 1, 7) и 4.5 - 4,0% (профил 3 и 4). Според кристалохимична характеристика относителния дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) в (А) хоризонт са около 63-76 % от $T_{8.2}$. Почвите се характеризират със сравнително умерено висока степен на наситеност с бази (60-77 %), като над 75% са стойностите на Феричния Литозем. Вкисляването (обм. $H_{8.2}$ = 36-41 % от $T_{8.2}$) и незначителното появяване на обменен алуминий (обм Al+H = 2.5-3.0 % от $T_{8.2}$) (профил 4, 7) е достатъчно за да обхване освен слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, също и силно киселинни позиции на адсорбента (T_{CA}), и да обуслови наличието на деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс. В тази връзка Нинов и Теохаров (1982) посочват, че това е процес на скритооподзоляване, без видими морфологични белези и предлагат почвите да се класифицират на подтипово ниво - **Скритооподзолени ранкери**.

Вкисляването (обм. $H_{8.2}$ = 24-25 % от $T_{8.2}$) (профил 1, 3) и (обм Al+H = 0.4 % от $T_{8.2}$) (профил 3), засяга слабото намаляване на силно киселинните позиции на адсорбента в (А) хоризонт, което дава основание да се предполагат минимални деструктивни процеси. Определено върху степента на проява на деструктивните

процеси влияят киселите почвообразуващи скали със силикатния генезис и особено киселите тревни формации, които определят по-активния процес на чимообразуване и отлагането на органични киселини. Ако се съди по физико-механични критерии за определяне минералогията на Тъмните и Ферични ранкери данните показват доминиране на илитови пакети в кристалната им решетка и наличие на илитова кора на изветряне, това определя и ниската йонообменна способност на почвите и разпрашената им структура (Ганев, 1990; Фридланд, 1986) като цяло хабитусът на изветрителната кора и почвата се оределя не от илитовата група, а от железните оксиси и хидроокиси на железоносните кварцити и червените пясъчници които имат високо съдържание на неглинести минерали хелеотинит (Fe3O4), (Костов, 2000).



Фигура 2. Обменни катиони (%) от $T_{8.2}$ и степен на наситеност с бази (%) в червеноцветни почви формирани върху пясъчник (профил 5, 6) и делувий (профил 2)

Плитките и средно мощни червени Канелени почви (профил 2, 5, 6) се характеризират със умерено развит висок адсорбент в (A) хоризонт ($T_{8.2}$ = 20.5-21.3 cmol/kg почва). Катионно-обменната способност по дълбочина на профилите 5 и 6 е постоянна и не намира потвърждение при разпределението на илистата фракция (<0.001 mm), която се увеличава от 13.0-14.0 % в (A) хоризонт до 29.4-32.0 % в (Bt) хоризонт.

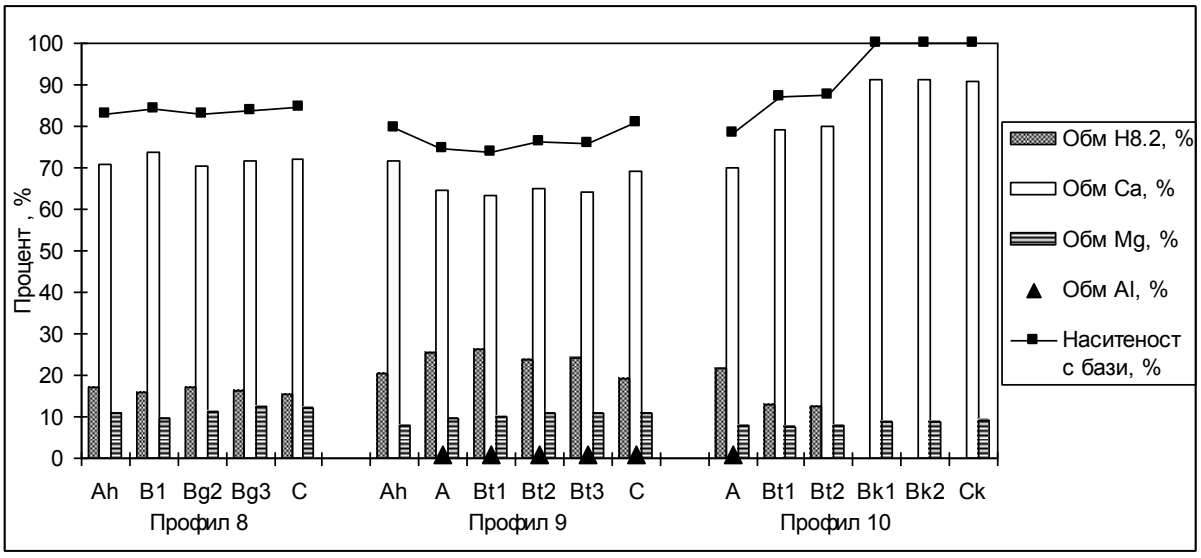
Катионно-обменната способност се увеличава в средната част на профил 2 ($T_{8.2}$ = 27.5 cmol/kg почва), което е в тясна връзка с повишаването на глинообразуването в (Bt) хоризонт. Това намира потвърждение при разпределението на илистата фракция (<0.001 mm) 13 % в (A) хоризонт и 38.4 % в (Bt) хоризонт на профил 2. По-напредналите процеси на изветряне, глинообразуване и хумусообразуване и наличието на карбонатна почвообразуваща скала, определят по-високата катионообменна

способност на Профил № 2 и формирането на по-устойчива структура (средно до дребно зърнесто-троховидна, слабо разпрашена) в сравнение с Профил № 5 и 6.

По качество адсорбционните структури са слабо диференцирани по дълбочина на профилите според тяхната кристалохимична характеристика. Относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) в (А) хоризонт е около 70-78 % от $T_{8.2}$ и е 65-85 % в (Bt) хоризонт, което говори за минимални различия на почвообразователния процес в различните части на почвения профил.

Почвите се характеризират със умерено висока степен на наситеност с бази (67-77 %). Вкисляването (обменен $H_{8.2}$ = 33 % от $T_{8.2}$) и незначителното появяване на обменен алуминий (обменен Al+H = 2.5 % от $T_{8.2}$) (профил 5) е достатъчно за да обхване освен слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, също и силно киселинни позиции на адсорбента (T_{CA}). Намалението на глинести структури със силно изоморфно изместване в решетката обуславя наличието на минимални деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс, който в Профил № 5 имат тенденции на засилване.

Вкисляването (обм. $H_{8.2}$ = 23-29 % от $T_{8.2}$) (профил 2, 6) и (обм Al+H = 0.5 % от $T_{8.2}$) (профил 6), е обхванало предимно слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента и засяга слабото намаляване на силно киселинните позиции (T_{CA}) на адсорбента в (А) хоризонт, поради което деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс почти не съществуват.



Фигура 3. Обменни катиони (%) от $T_{8.2}$ и степен на наситеност с бази (%) в червеноцветни почви формирани върху плиоценски (профил 8) и кватернерни наслаги (профил 9, 10)

Дълбоките Червени Канелени горски почви (профил 9, 10) формирани върху финочастични старокварернерни наслаги се характеризират със добре развит много висок адсорбент в (А) хоризонт ($T_{8.2}$ = 30.0-38.5 cmol/kg почва) и умерено висока катионна обменна способност ($T_{8.2}$ = 20.5 cmol/kg почва) в почви формирани върху

старокватернерни отложения (профил 8) характерен за маломощните канелени горски почви.

Катионно-обменната способност по дълбочина на профилите е постоянна, което е свързано с хомогенност в протичането на почвообразувателния процес. Това намира потвърждение при разпределението на илистата фракция (<0.001 mm), която е с високо съдържание (36.4-44.0 %) в (А) хоризонт и много високо (45.6-55.1 %) в (В) хоризонт.

По качество адсорбционните структури в дълбочина на профилите не са диференцирани според тяхната кристалохимична характеристика. Относителният дял на силно киселинните йонообменни позиции (T_{CA}) в (А) хоризонт са около 77-79 % от $T_{8.2}$. Относителният дял на силно киселинните позиции на адсорбента свидетелства за присъствието на глинести минерали с голямо изоморфно заместване.

Почвите се характеризират с висока степен на наситеност с бази (78-83 %). Вкисляването (обм. $H_{8.2}$ = 17.24-21.82 % от $T_{8.2}$) и незначителното появяване на обменен алуминий (обм Al+H = 0.68-0.78 % от $T_{8.2}$) (профил 9, 10), засяга предимно слабо киселинните обменни позиции (T_A) на адсорбента, докато силно киселинните (T_{CA}) са почти напълно наситени с обменни бази, поради това забележими деструктивни процеси в почвения поглъщателен комплекс не се установяват.

Таблица 2.

Хоризонт	**Дълбочина, cm**	**pH H_2O**	**Според киселинни и буферни системи**	**Колоидната реактивоспособност**	**Преобладаваща глинеста минерология**	**Минерологична идентификация**
Профил 1						
Ah	0-17	6.3	средно кисела	слабо колоидна	илитова	монтморилонит-иллит
Профил 2						
Ah	0-25	6.5	неутрална	умерено колоидна	монтморилонит-иллит	монтморилонит-иллит
Профил 3						
Ah	0-24	5.9	средно кисела	умерено колоидна	иллит	Иллит
Профил 4						
Ah	0-25	5.1	силно кисела	умерено колоидна	иллит	Иллит
Профил 5						
Ah	0-25	5.5	средно кисела	умерено колоидна	иллит	Иллит
Профил 6						
Ah	0-6	5.7	средно кисела	умерено колоидна	монтморилонит-иллит	монтморилонит-иллит
Профил 7						
Ah	0-20	4.9	силно кисела	слабо колоидна	Иллит	Иллит
Профил 8						
Ah	0-25	6.4	слабо кисела	умерено колоидна	монтморилонит-иллит	монтморилонит-иллит
Профил 9						
Ah	0-15	6.1	слабо кисела	средно колоидна	монтморилонит-иллит	монтморилонит-иллит
Профил 10						
Ah	5-30	5.5	средно кисела	средно колоидна	монтморилонит-иллит	монтморилонит-иллит

Изводи

Почвите с червена хрома имат широко разпрпстранение в североизточната част на Софийската котловина. Резултатите от физикохимичните и сорбционните им свойства доказват различен физико-химичен генезис в еволюционно развитие в посока от слабо развити почви с примитивен профил към маломощни и средно мощни канелени почви с нормален и плитък профил и мощни почви с нормален и дълбок профил.

Феричните Литоземи са са слабо кисели и наситени почви, докато Феричните Тъмни Ранкери са до силно кисели, най-често ненаситени почви със среден (Профил № 1 и 7) до висок (Профил № 3 и 4) сорбционен капацитет с незначително и повишено участие на обменен алуминий респективно с начални и напреднали деструктивни процеси.

Канелените горски почви с нормален но плитък и средномощен профил са с голям сорбоционен капацитет най-често слабо до средно кисели по цялата дълбоччина или в средната и долната им част (Профил № 6 и 2) най-често наситни или ненаситени (Профил № 5) и с повишено количество на обменен алуминий.

Канелените горски почви с нормален и дълбок профил са също слабо до средно кисели, но изцяло наситени почви с голям и много голям сорбционен капацитет висока степен на наситеност с бази. Наличието на минимални количества обменен алуминий в Профил № 9 и реакция на почвата под 6, хумусни хоризонти с червена хрома без просветляване и доказателство за червеноземно почвообразуване. Почвеният адсорбент скобредно данните и еволюционното развитие на почвите преминава от среден до висок, и много висок.

Литература

Ганев С., 1990. Съвременна почвена химия, Физикохимична (естествена класификация и диагностика на нормалните (незасолени) почви), химична характеристика на почвите, София

Ганев С., Арсова А., 1980 Методи за определяне на силно киселинния и слабо киселинния катионен обмен в почвата. Почвознание и агрохимия, год XV, № 3, 22-33.

Койнов В., 1956. Закономерности в разпространението на почвите в Тракийската низина. Известия на Почвения Институт, изд. На БАН, 79-136., С.

Нинов Н., Теохаров М., 1982. По въпроса за обособяване на нов почвен тип Ранкери в България. III-та нац. конф. по Почвознание , I част, НАПС, 70-76, С.

Teoharov M., 1995. Main aspects of the genesis and geography of Terra Rossa from Slavianka Mountaun, Third intern. meeting on Red Mediterranean soils, Chalkidiki, Greece, summary papers, 181-183.

Теохаров М., Дачев Д., 1999. Палеогеоекологичен генезис на червени почви в Южна България, Екология и Индустрия, Том 2, № 1-3, 126-127.

Ленков М. и др., 1992. Класификация и диагностика на почвите в България във връзка със земеразделянето ДФ „Земеделие”, 151 стр., С.

Нинив Н., 2005. Таксономичен списък на почвите в България според световната система на ФАО. сп. Обучението по География, бр. 5., 4-18, С.

Теохаров М., Дачев Д., 2012. Почвено-геоложко разнообразие на България - основа за формиране на агроекосистемите.

Теохаров М., 2003. Особености на почвообразуването в характерни ареали на Югозападна България. Хабил. Труд. НЦАН, ИП"Н.Пушкаров", 253 стр.

Йолевски и др., 1983. Кратка диагностика на основните таксономични подразделения на почвите в НРБ. Усъвършенствана класификационна схема , ИППД"Н.Пушкаров", 44 стр., С.

Фридланд В., 1986. Проблемьі географии, генезиса и класификации почв. изд. Наука, АН СССР, 243 стр. М.

FAO., 2006. World reference base for soil resources, Rome, Italy, 128 p.

Койнов В., и др., 1974. По някои въпроси на реликтните белези в почвите в България. сп. Почвознание и Агрохимия АСН, 3-7 стр., С.

Ганев Ст., и др., 1990. Физико-химични свойства на Почвите в България и в различните географски райони на света, Сборник данни, ССА, ИППД"Н.Пушкаров", 54 стр., С.

Костов Р., 2000. Основи на Минералогията. изд. Pensoft, 293 стр., С.

Теохаров М., 1981. Генезис и диагностика на плитките почви, формирани върху силикатни скали в някои райони на Южна България, Дисертация, С.

Койнов В., 1987. Корелация на българските почви с основните международни класификации. Почвознание, Агрохимия и растителна защита. ССА, 1-13, С.

УСВОЯВАНЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ В ЗЪРНЕНИ КУЛТУРИ ОТ ПОЧВИ ЗА МЪРСЕНИ ВСЛЕДСТВИЕ АНТРОПОГЕННАТА ДЕЙНОСТ

Иванка Йорданова, Донка Станева, Лидия Мишева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: donastaneva@abv.bg

ACCUMULATION OF NATURAL RADIONUCLIDES IN CEREALS FROM ANTROPOGENICALLY POLUTED SOILS

Ivanka Yordanova, Donka Staneva, Lidia Misheva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The activities related to mining and processing of uranium ore are characterized by complex negative impact on the environmental components (soil, water and air).

The history of uranium mining in the area of Buhovo starts in 1936 with the discovery of the first uranium ore field. The industrial mining of uranium dates back to 1945. In 1958 an uranium tailing impoundment "Buhovo" where waste byproducts of uranium mining are deposited is constructed and started working.

The main task of the research is to study the accumulation in plants of natural radioactive isotopes (^{234}Uq ^{235}U, ^{238}U) with which the soil in the area is contaminated as a result of the uranium mining. For this reason a pot experiment with some plants foliar vegetables, some sorts barley and maize on anthropogenic soil from Buhovo impoundment was carried out. The transfer coefficients showing the level of accumulation of the studied radionuclides were determined.

The results obtained showed that the radionuclides are accumulated in the foliar vegetables more then in the maize.

***Key words*:** soil, plant, transfer factor, radioactive isotopes, uranium

Увод

Цялата повърхност на земното кълбо в една или друга степен е подложена на въздействието на антропогенните продукти затова опазването на почвата в естествено състояние в съвременните условия практически е много трудно, затова е необходимо да се изучават източниците на замърсяване в засегнатите райони, което ще позволи да се намерят ефективни средства и начини за тяхното възстановяване, опазване и устойчивото и използване.

За гарантиране чистотата и качеството на произвежданата селскостопанска продукция от особено важност е разработването на методи за снижаване постъпването на замърсители като радионуклиди от замърсени площи в земеделската продукцията.

Целта на изследването е да се определи степента на натрупването на естествените радиоактивни елементи с които е замърсена почвата вследствие уранодобива в някои селскостопански растения и при необходимост върху замърсените почви да бъдат отглеждани растения, които натрупват най-ниски количества от тези елементи.

Материал и методи

За изпълнението на така поставената цел бяха проведен съдови вегетационни опити с някои зърнети култури (три сорта ечемик –F-173, F-210, „Веслец и , тритикале), три вива листни зеленчуци (киселец, манголд и рукола) царевица върху почви замърсени с естествени радиоактивни елементи събрани от чашата на хвостохранилище "Бухово", което се намира на около 500 m от ураново – преработвателния завод “Металург”, на около 15 km североизточно от гр. София.

Районът се намира в южните склонове на Софийска Стара планина, със средна надморска височина от 600 m до 700 m. Характерни са хълмовете и възвишенията, ориентирани на запад – северозапад и изток – югоизток. Основен водоприемник е река Янещица, вливаща се в река Лесновска и оттам в река Искър. Развитието на урановата промишленост в района е предизвикало силно техногенно изменение на релефа. [Yordanova I, D. Staneva, (2012), Йорданова И., Станева Д., (2011)].

2]Изградени са промишлени сгради, пътища, насипища, хвостохранилище, деривационни канали, отлагане на отпадък по долината на река Янещица и др.

Основният зонален тип почви в проучвания район са излужените канелени горски почви. Общо взето, тези почви имат тежко песъчливо-глинест до леко глинест механичен състав. Илът в повърхностният хоризонт може да достигне 35-45%, а глината - до 54-60%. Съдържанието на хумус е ниско, освен това по-голямата част от него се намира в хумусно-акумулативния хоризонт, като в по-ниско разположените хоризонти процентът му рязко намалява. В хумусният хоризонт хумусът е 1.5-2.5%, а в глинясалия - 0.9-1.5.%.В съответствие с ниското съдържание на хумус се намира и ниското съдържание на общ азот - 0.08-1.11%.

Добре изразеният процес на излуженост при разглежданите почви е довел до сравнително дълбоко изнасяне на карбонатите в профила и до незначително увеличение на киселинността на почвата (pH - 6-7).

Сорбционният капацитет на излужените канелени почви е твърде висок и диференциран по дълбочина на профила в зависимост от механичния състав. Той варира в границите 30-35 mequ на 100g почва. Тези почви са наситени с бази, в които доминиращо участие има калцият [Банов, М., Бл. Христов. (1996)].

Основните характеристики на изполвания почвен материал са дадени в таблица 1, а спецефечните адтивности на радиоактивните елементи в почвата (U-234, U-3251 и U-238) - в таблица 2.

Таблица 1. Агрохимични характеристики на използваните почви

Описание на пробата	**pH**		**$\sum$ N $NH_4 + NO_3$**	**P_2O_5**	**K_2O**	**Хумус**
	H_2O	**KCl**	**mg/kg**	**mg/100 g**		**%**
почва	7,4	6,8	6,6	9,3	6,4	0,80

Описание на пробата								
	$T_{8,2}$	T_{CA}	T_A	$H_{8,2}$	Al	Ca	Mg	Степен на насищане с обменни бази
	mekv/100 g							
почва	79,05	-	-	0,0	0,0	79,0	0,5	100,00

Таблица 2. Спецефични активности на радиоактивните изотопи в почвата [mBq/g]

	U-234	U-238	U-235
почва	2107	2489	117

Вегетационният опит бе проведен в съдове от три килограма почва в три повторения, като в почвата бяха внесени азот, фосфор и калий по време на вегетацията на растенията

Растителната маса беше изсушавана, до въздушно сухо състояние.

Изотопите на урана са определени по валидирана методика за радиохимично определяне на уран в почвени и водни проби и селскостопански обекти [Йорданова И., Мишева Л., (2012] .Метода е предназначен за определяне съдържанието на уран – 234, 235 и 238 в почви, растения, растителни продукти, води и други обекти от околната среда. От подготвената и маркирана с U-232 проба изотопите на урана се прехвърлят в разтвор посредством смес от солна и флуороводородна киселини. Чрез двукратна екстракция с TOPO/циклохексан се отделят дву- и тривалентните елементи на матрицата на пробата. След реекстракция, урановата фракция се пречиства чрез съутаяване и йонен обмен. След това урановите изотопи се електронаслояват върху диск от неръждаема стомана, който се измерва за 1000м в нискофонова алфа-спектрометрична апаратура. полупроводников детектор тип PIPS.

За да се оцени степента на натрупване на радиоактивните елементи са определени така наречените трансферни коефициенти (TF)– отношението на активностите в 1 грам въздушно суха растителна маса към активността в 1 грам въздушно суха почва.

Резултати и обсъсждане

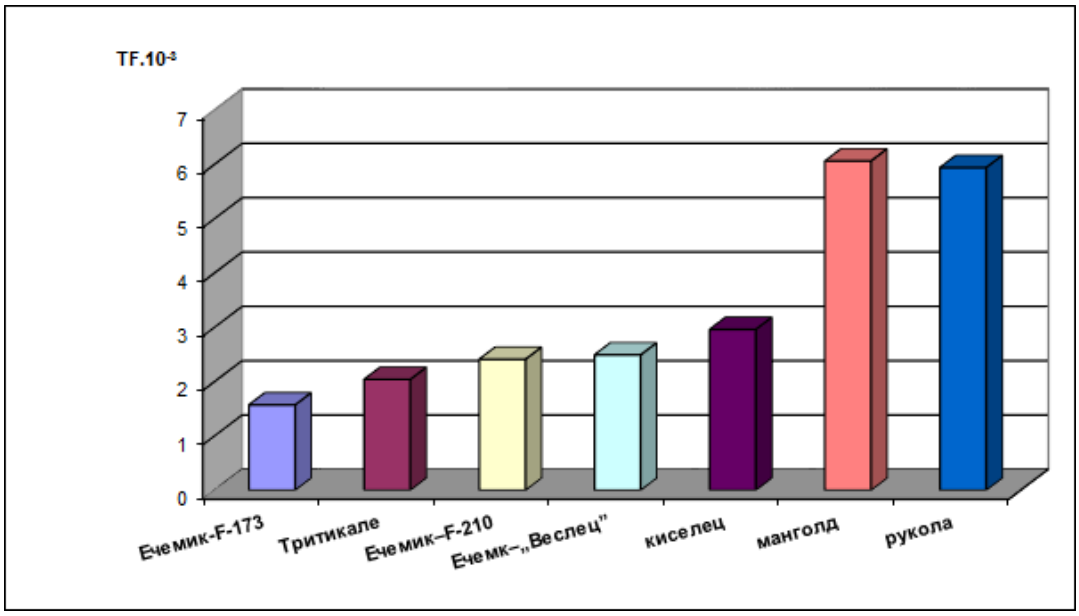
На таблица 3 са показани специфичните активности във въздушно суха растителна маса.

Таблица 3. Спецефична активност в растенията

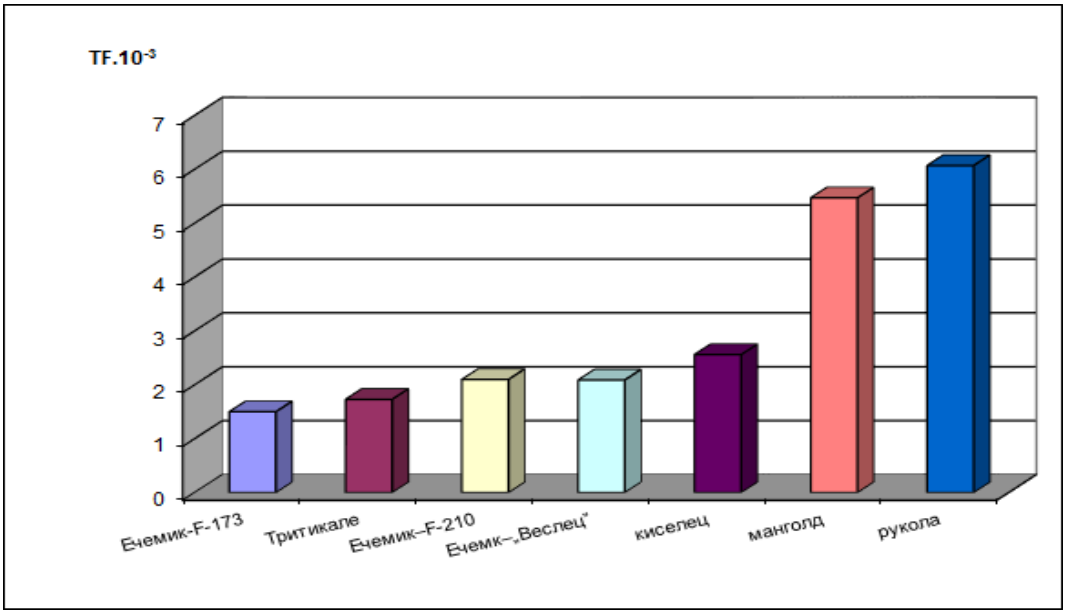
Описание на пробата	U-234 [mBq/g]	U-238 [mBq/g]	U-235 [mBq/g]
Ечемик F-173	3,3259	3,2675	0,1752
ечемек „Веслец”	5,2008	4,9701	0,2444
ечемик F-210	5,2417	4,9625	0,2464
тритикале	4,3046	4,2439	0,2023
киселец	6,2436	6,2887	0,30
манголд	12,7766	13,5367	0,64
рукола	12,5057	14,8617	0,71
царевица	1,2568	1,3339	0,06

Както се вижда от представените резултати най-ниски са активностите при царевицата, докато при листните зеленчуци – манголд и рукола активностите са 10 пъти по-високиа. При киселеца и ечемика са специфичните активност са от един порядък и са 5-6 по-високи отколкото в царевицата.

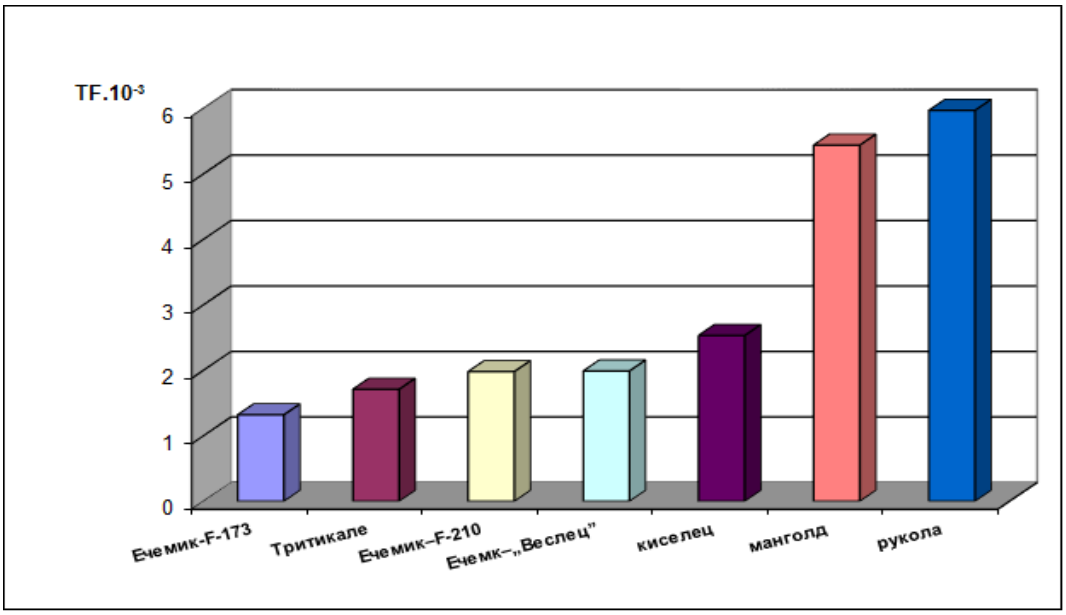
Активностите в ечемик сорт F-173 са по-ниски отколкото при останалите сортове ечемик и тритикале.



Фиг. 1. Трансферни коефициенти за уран -234



Фиг. 2. Трансферни коефициенти за уран -235



Фиг. 3. Трансферни коефициенти за уран -238

За по-добра визуализация на резултатите на фиг. 1, 2 и 3 са представени трансферните фактори за отделните радиоизотопи в сравнение за различните растения.

Както се вижда от фигурите изотопите на урана се натрупват по-силно в листните зеленчуци. При царевицата урана са натрува значително по-слабо отколкото в листните зеленчуци. Като изотопите на урана (^{234}U; ^{235}U; ^{238}U)се натрупват в със сравними коефициенти в листните зеленчуци и ечемика - Ft = n.10^{-3} . При царевицата (листа и стебла) коифициентите са с един порядък по-ниски – Ft = n.10^{-4} .

При сравняването на трансферните фактори за различните сортове ечемик показнат различия от порядъка на 50% между сорт-F173 сортовете F-210 и „Веслец".

Заключение

- Изотопите на урана се натрупват най-силно в листните зелечуци по-славо в зърнените култури и на-слабо при царевицата.

- Изотопите на уран (^{234}U; ^{235}U; ^{238}U) се натрупват със сравними коефициенти в листните зеленчуци (киселец, манголд и рукола) - n.10^{-3} . При царевицата коифициентите са с един порядък по-ниски – n.10^{-4} .

- При зърнените култури и киселеца коефициентите на трансфер са от порядъка на n.10^{-3} , като са до 3 пъти по-ниски от тези при манголда и руколата.

- При сравняването на трансферните фактори за различните сортове ечемик е установено, до 50% по-слабо натрупване в ечемик F173 отколкото в останалите изследвани сортове.

Литература

Yordanova I., , M. Banov, D. Staneva, L. Misheva Ts. Bineva "Radioactivity in Virgin Soils and Soils from some Areas with closed Uranium mining Fasilities in Bulgaria" European Geosciences Union – General Assembly (2012), 23-27.04.2012, Vienna, Austria, session SSS9.1, Radioactive Chemical Species in Soil: Pollution and remediation.

Йорданова И., Мишева Л., Станева Д., Бинева Цв., Хаджиянакиев Я, Естествена радиоактивност в почви и води от райони със закрити уранодобивни обекти в страната, Научни доклади Международна конф.”100 години почвена наука в България”, 16 -20 май (2011), втора част, София, 876 – 881.

Банов, М., Бл. Христов. (1996) Изследване и рекултивация на земи от района на гр.Бухово, нарушени при добива на уран. Проблеми на географията, кн.1, стр.78-85

Йорданова И., Мишева Л., Станева Д (2012), „Методики за определяне на радиоактивни елементи в обекти от околната среда”, София

РЕЗУЛТАТИ ОТ РАДИОЛОГИЧНИЯ МОНИТОРИНГ НА ПОЧВИТЕ В БЪЛГАРИЯ ЗА ПЕРИОДА 2011 – 2014

Иванка Йорданова, Донка Станева, Лидия Мишева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: ivanka.yordanova@gmail.com

RESULTS OF THE RADIOLOGIC MONITORING OF BULGARIAN SOILS FOR THE PERIOD 2011 – 2014

Ivanka Yordanova, Donka Staneva, Lidia Misheva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Results of the radiological monitoring of the content of natural and technogenic radionuclides in soils from different regions of the country are presented and discussed in this work. Plain, hilly and mountain areas covering two thirds of the country are included in the study. The samples are analyzed by gamma-spectrometry and validated radiochemical procedure for assay of ^{90}Sr content ion the soils. Results for the natural radionuclides ^{238}U, ^{226}Ra, ^{232}Th and ^{40}K, as well as the technogenic ^{137}Cs and ^{90}Sr, are discussed as radioisotopes with significant impact to the radiation background. The influence of these radionuclides to the dose irradiation of the population is evaluated.

Key words: soil, radioactivity, gamma-spectrometry

Увод

Йонизиращата радиация е част от естесвената среда на планетата и поради това изучаването й в околната среда е задължително за оценката за риска от въздействието й върху човека. Радионуклидите, които са източник на тази радиация са както естествени, така и техногенни, които са резултат от човешката дейност. Основните радионуклиди, които се вземат пред вид при оценка на дозовото натоварване на човека от естествените източници на радиоактивност са ^{238}U, ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K и техните дъщерни продукти, а от техногенните с най-значим принос и най-широко разпространение са ^{137}Cs и ^{90}Sr (UNSCEA 2000).

Земната компонента на естествения фон зависи от състава на почвата и скалите и се дължи главно на радионуклидите от радиоактивните семейства на U, Th и ^{40}K. Радиоактивността на почвата е съществена за разбирането на промените в естествения радиационен фон (Sroor et al., 2001; Chiozzi et al., 2002). Структурата на разпределение на урана, тория и техните дъщерни продукти зависи от процесите при формиране на почвата и свързаните с това процеси на миграция, химични и биохимични взаимодействия (Myrick et al., 1983).

Техногенната радиоактивност се дължи на радиоактивни материали, произведени и попаднали в околната среда в резултат на човешка дейност включващо ядрени тестове, дейност на атомни централи, изследователски реактори, преработка на ядрени отпадъци и др. При инциденти, като този в Чернобилската атомна централа през април 1986 г., се получава неконтролируемо изпускане на значително количество радиоактивни материали в околната среда разпръснати по цялото северно полукълбо.

Оценено е, че в резултат на аварията са изхвърлени около 85 PBq ^{137}Cs и около 8 PBq ^{90}Sr (UNSCEAR, 2008). България и особено Южна България е една от страните с относително силно замърсяване в резултат на инцидента (UNSCEAR 1988, Annex D, Table 11).

Целта на настоящата работа е да се обобщят резултатите от провеждания радиационен мониторинг на почвите от равнинни, полупланински и планински райони на страната от периода 2011-2014 г. и да се определят актуалните нива на естествена (^{238}U, ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K) и техногенна (^{137}Cs и ^{90}Sr) в наблюдаваните райони. Освен това се прави оценка за риска от дозово натоварване на населението в съответните райони чрез изчисляване на осреднени стойности за радиев еквивелент на активността (Raeq) и индекс на риска от външно облъчване (Hex).

Материал и методи

Пробовземане

За оценка на повърхностното замърсяване се събират почвени проби от слоя 0–5cm. Пробовземането се извършва съгласно изискванията на стандарт БДС 17.4.5.01-85. В зависимост от мястото на пробоотбор са оформени три групи: Северна България – равнинен район (около АЕЦ и поречието на р. Дунав - 40 проби); полупланински – (Софийското поле и поречието на Места -15 проби) и Южна България високопланински (Родопския масив – 25 проби)

Използвани методи за анализ

Събраните почвени проби са хомогенизирани, изсушени при 80ºC, стрити през сито от 2мм. Така подготвени те са анализирани за съдържание на естествени и техногенни радионуклиди в Изпитвателна Лаборатория по радиоекология и радиоизотопни изследвания към ИПАЗР „Н. Пушкаров”. От 2002 година Лабораторията е акредитирана от ИА „БСА” по БДС EN ISO/IEC 17025:2006, а от 2007 е обявена от МЗХ за национална референтна лаборатория в областта на радиометрията. Използвани се валидирани вътрешнолабораторни методики. (М. Найденов и др., 2001).

Специфичната активност на естествените ^{238}U, ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K и техногенния ^{137}Cs в почвените проби е определена чрез гама-спектрометричен анализ. Измерванията са извършвани съгласно изискванията на стандарт ISO, 18589-3, 2007, като е използвана гама-спектрометрична установка с детектор от чист Ge с 20% ефективност и разделителна способност от 1. 8 keV за линията на ^{60}Co с енергия 1332 keV. Детекторът е калибриран с еталонен източник, тип MBSS2, произведен от Чешкия метрологичен Институт и съдържащ следните радионуклиди: ^{241}Am, ^{109}Cd, ^{139}Ce, ^{57}Co, ^{60}Co, ^{137}Cs, ^{113}Sn, ^{85}Sr, ^{88}Y, ^{210}Pb, и ^{203}Hg. Измервателната система включва многоканален анализатор DSA 1000 (Canberra, USA). Спектрите са анализирани със софтуер GENIE-2000 и неопределеност на измерването по-малко от 10%. Достоверността на резултатите се потвърждава с редовно участие в междулабораторни сравнения и тестове за пригодност. Времето за измерване на една проба варира между 19 и 24 часа. ^{226}Ra е определян по пика на пълно поглъщане с енергия 186.1 keV, като е правена корекция за ^{235}U (185.6 keV). Активността на ^{238}U е определяна по дъщерния продукт ^{234}Th (63.3 keV и 92.3 keV). За ^{232}Th са изпозвани гама-линиите на ^{228}Ac (911.0

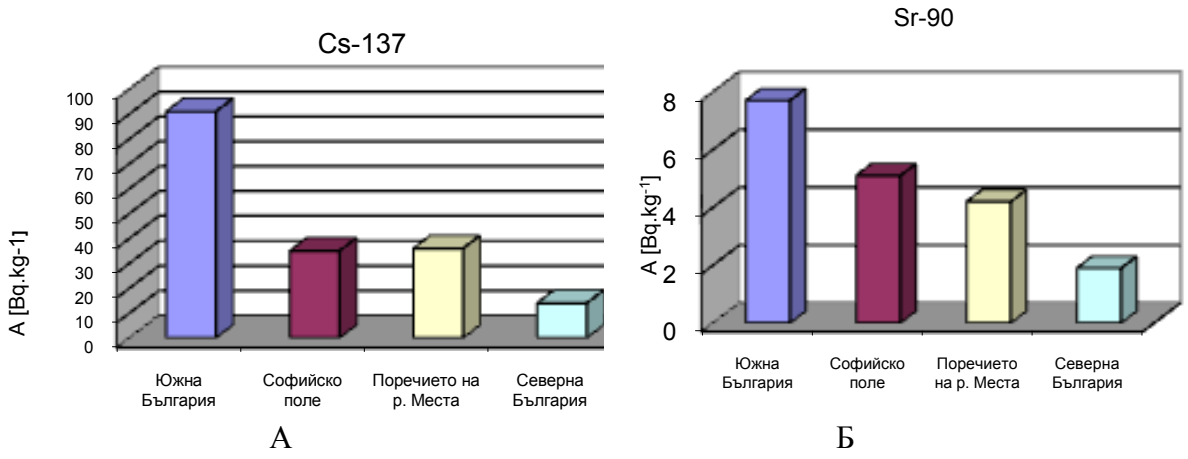
keV) и ^{208}Tl (583.3 keV). Активността на ^{137}Cs в пробите е определяна по пика с енергия 661.62 keV.

Специфичната активност на ^{90}Sr е определяна по активността на дъщерния продукт ^{90}Y, с който стронцият е в равновесие. Използвана е радиохиминна процедура на базата на екстракция с ТБФ (трибутилфосфат), реекстракция и съутаяване на итрия с оксалова киселина като итриев оксалат. Утаяването се извършва при нагряване, при постоянно разбъркване и неутрализация с NH_3 до pH 1.5. След охлаждане пресипитатът се филтрира. (Maier and Scholl, 1982; Търпанова и Найденов, 1992). Така приготвеният източник се измерва на нискофонов алфа/бета брояч MPC-9300 с пропорционален газопроточен детектор.

Резултати и обсъждане

Техногенни радионуклиди

Получените резултати от анализите за специфична активност на ^{137}Cs и ^{90}Sr на събраните в периода 2011-2014 г. почвени проби са обобщени и са изчислени аритметични средни стойности за отделните наблюдавани райони. Резултатите са представени графично на фигура 1(А и Б) и 2 за ^{137}Cs и ^{90}Sr съответно и активностите са в Bq.kg^{-1} сухо тегло.



Фигура 1. Осреднени стойности за съдържание на ^{137}Cs (А) и ^{90}Sr (Б) в почви от четири различни района от страната в периода 2011-2014 [Bq.kg^{-1}]

При сравнение с данни от радиологични проучвания на почвите в страната разглеждани в предишни наши разработки (Цв. Цветков и колектив, 2006), представените на фигурите стойности не показват увеличение на съдържанието на изследваните техногенни радионуклиди в почвите. При осредняването отново е констатирана значима нехомогенност на замърсяването. За цезия вариацията при осредняването е от 42% за долината на река Места, до 80% за района на Родопския масив в Южна България. За стронция вариациите са от 42% до 55%.

От Чернобилската авария през 1986 г, която беше основната причина за повишаване на замърсяването на почвите, е изтекъл период от почти 30 години, който е сравним с периода на полуразпад на ^{137}Cs (30.15 г.) и ^{90}Sr (28.2 г.). Поради това е

интересно да сравним констатираното в момента замърсяване с това от периода преди 1986 г.

В публикации от преди аварията (Найденов М.,1986; Найденов и Станева., 1987) са публикувани следните стойности за съдържанието на двата радионуклида в почвите от Северна и Южна България:

- Северна България: ^{90}Sr – 4 Bq.kg^{-1} и ^{137}Cs – 10 Bq.kg^{-1} ;
- Южна България: ^{90}Sr – 4 Bq.kg^{-1} и ^{137}Cs – 26 Bq.kg^{-1} .

В цитираните изследвания и в настоящата разработка се използват едни и същи реперирани обекти за наблюдение, което прави резултатите сравними.

При това сравнение може да се отбележи, че в равнинните райони на Северна България радиологичният статус на почвите е сравним с този от преди аварията. В полупланинските и планински райони от Южна България стойностите за ^{137}Cs са все още дву- до трикратно по-високи от тези преди 1986 г. Това е очаквано поради трикратно по-високите нива на отлагане на радионуклиди през 1986 г. в тези райони.

Естествени радионуклиди

Осреднени резултати от анализите за съдържание на естествени радионуклиди в почвите от различните наблюдавани райони са представени в таблица 1. В таблицата към всяка от стойностите е посочено полученото при осредняването стандартно отклонение в абсолютна стойност, а в скоби в проценти.

Таблица 1. Осреднени стойности за съдържанието на естествени радионуклиди в почви от четири района на страната в Bq.kg^{-1} сухо тегло

	^{238}U [Bq.kg^{-1}]	**^{226}Ra** [Bq.kg^{-1}]	**^{232}Th** [Bq.kg^{-1}]	**^{40}K** [Bq.kg^{-1}]
Северна България (равнинен район)	33±8(24%)	32±10(31%)	34±9 (26%)	456±106(23%)
Софийско поле (полупланински)	26±11(42%)	31±10(31%)	40±11(27%)	447±97(22%)
Поречието на р.Места (полупланински)	73±23(31%)	51±17(33%)	57±16(28%)	735±122(16%)
Южна България (планински)	62±24(39%)	46±22%(48)	58±16(27%)	686±215(31%)

Представените в таблицата стойности за изследваните радионуклиди съответстват на средните за нашите географски ширини стойности оценени и посочени в докладите на Международната Атомна Агенция, Виена (UNSCEAR, 1993). Като средни стойности са посочени съответно по 40 Bq.kg^{-1} сухо тегло за ^{238}U, ^{226}Ra и ^{232}Th, и 580 за ^{40}K. Леко завишените стойности, костатирани в Родопския масив от Южна България и долината на р. Места са логични и се дължат на наличието на скали като гнайси, шисти, гранити и др. с по-високо съдържание на естествени радионуклиди, на чиято основа са формирани почвите в района (Montes M.L. et al., 2012).

Оценка на риска от дозово натоварване

За да оценим получените резултати по отношение на риска от дозово натоварване на населението в изследваните райони сме използваме два критерия - радиев еквивелент на активността (Ra_{eq}) и индекс на риска от външно облъчване (H_{ex}).

Радиевият еквивалент на активността се определя по следната формула (Beretka, J., Mathew, P.J., 1985) :

$$Ra_{eq} = A_{Ra} + 1.43A_{Th} + 0.077A_K \quad (1)$$

където A_{Ra}, A_{Th} и A_K са активностите в $Bq.kg^{-1}$ на ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K съответно. Оценката се основава на преположението, че 370 $Bq.kg^{-1}$ от ^{226}Ra, 259 $Bq.kg^{-1}$ от ^{232}Th и 4810 $Bq.kg^{-1}$ от ^{40}K предизивкват една и съща мощност на дозата от гама-лъчение. Като гранична стойност за радиевия еквивалент на активността в статията се посочва 370 $Bq.kg^{-1}$.

Индексът на риска от външно облъчване сме оценили по следната формула (Yu KN et al.q, 1992):

$$H_{ex} = A_U / 370 + A_{TH} / 259 + A_K / 4810 \leq 1 \quad (2)$$

където A_U, A_{Th} и A_K са активностите в $Bq.kg^{-1}$ на ^{238}U, ^{232}Th и ^{40}K съответно.

В случая използваме уран поради относително по-високата му активност в сравнение с радия в почвите от високопланинските и полупланински райони в Южна България и долината на р. Места. Получените резултати за Ra_{eq} и H_{ex} са показани в Таблица 2.

Таблица 2: Осреднени стойности за Ra_{eq} [$Bq.kg^{-1}$] и H_{ex} в почви от четири района на страната

	Ra_{eq} [$Bq.kg^{-1}$]	H_{ex}
Северна България (равнинен район)	115.73	0.31
Софийско поле (полупланински)	122.62	0.32
Поречието на р.Места (полупланински)	189.10	0.57
Южна България (планински)	181.76	0.54
Максимално допустими стойности	**370**	**1**

Получените резултати за оценка на риска от дозово натоварване на населението в резултат от гама-фона дължащ се не съдържанието на естествени радионуклиди в почвите от изследваните райони потвърждават безопасността за населението от радиационна гледна точка.

Заключение

- Нивата на специфичната активност на техногенните радионуклиди ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвите от изследваните райони не свидетелстват за допълнително замърсяване в резултат на експлоатацията на АЕЦ Козлодуй или трансграничен пренос и не представляват риск за населението. В резултат на процесите на естествен разпад на

радионуклидите в равнинните райони на Северна България съдържанието им е сравнимо с това от преди 1986 г.;

- Съдържанието на естествени радионуклиди в почвите от изследваните районни, както равнинни, така и високопланински са в рамките на нормалните фонови количества и не представляват опасност за дозово натоварване на населението.

Литература

Beretka, J., Mathew, P.J., 1985. Natural radioactivity of Australian uilding materials, industrial wastes and by-products. Health Phys. 48, 87–95

Chiozzi, P., Pasquale, V., Verdoya, M., 2002. Naturally occurring radioactivity at the Alps-Apennines transition. Radiat. Meas. 35,147–154.

Maier, D., Scholl, W., 1982. ^{90} Sr-bestimmung in böden und pflanzlichen material (Determination of ^{90}Sr in soils and plants). Landwirtsch. Forsch. 35 (3–4), 269–274.

Montes M.L., Mercader R.C, Taylor :.A., Runco J., Desimoni J., **2012**. "Assessment of natural radioactivity levels and their relationship with soil characteristics in undisturbed soils of northeast of Buenos Aires province, Argentina; J Environ Radioactiv, , 105;30-39

Myrick, T.E., Berven, B.A., Haywood, F.F., 1983. Determination of concentrations of selected radionuclides in surface soil in the US. Health Phys. 58, 417–418.

Sroor, A., El-Bahi, S.M., Ahmed, F., Abdel-Haleem, A.S., 2001. Natural radioactivity and radon exhalation rate of soil in southern Egypt.Appl. Radiat. Isot. 55, 873–879.

UNSCEAR 2000, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation**,**. Sources, effects and risk of ionizing radiation, UnitedNations, New York.

UNSCEAR, 1988, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation,. Sources, effects and risk of ionizing radiation, United Nations, New York.

UNSCEAR, 2008. United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation,

Sources, effects and risk of ionizing radiation, United Nations, New York.

Yu KN, Guan ZJ, Stoks MJ, Young EC, **1992**. The assessment of natural radiation dose committed to the Hong Kong people. J Environ Radioactiv, , 17:31–48

БДС 17.4.5.01-85:"Опазване на природата. Почва, Общи изисквания към вземането на проби"

М. Найденов, Мишева Л., Йорданова И., Станева Д., Дурева Л., 2001, Сборник Методики за определяне на алфа, бета и гама емитиращи радиоактивни изотопи в обекти от околната среда, НЦАН, София, 40стр

Търпанова Х., Найденов М. 1992. Адаптиран метод за определяне на ^{90} Sr в почви . Сборник доклади от XIV колоквиум Физиката в защита на човека и околната среда.Гюлечица, България, pp. 10–20

Цв. Цветков, Бъчварова С., Джорева М., Златев А., Пойнарова М., Бинева Ц.,. Станева Д, Йорданова И., Мишева Л., Стоев С., Христозова Й., Маринов В., 2006, Двадесет години след Чернобил. Отражение върху земеделското производство. Опитът на аграрната наука в преодоляване на последствията, МЗГ, НЦАН, София, 238 стр.

УСТАНОВЯВАНЕ НА ОПТИМАЛНАТА АЗОТНА ТОРОВА НОРМА

Иван Върлев
София 1390, ул. „Драва” № 3

ESTABLISHMENT OF OPTIMAL NITROGEN FERTILISATION RATE

Ivan Vurlev
3 „Drava” Str., 1390 Sofia, Bulgaria

Abstract

The dependencies “yield – nitrogen norm” are represented with a curved line with a maximum (fig.2). In rain fed conditions the maximum yield are with very different values. The nitrogen norms which produce the maximum yield are not constant.

With long term studies for example above 10-12 years) the average values of the maxim yields produced and the corresponding nitrogen norm can be taken as the multiyear representative values.

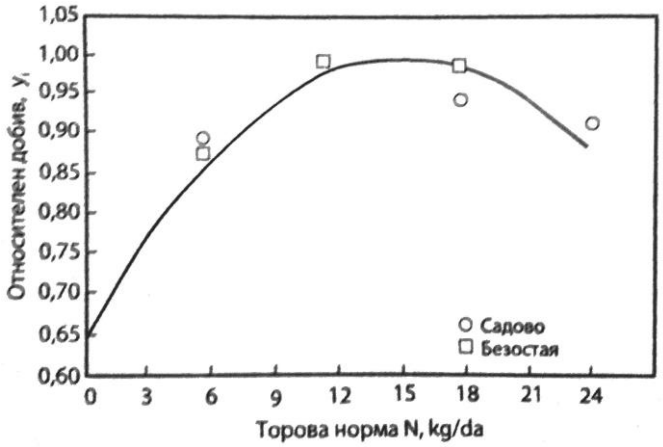
Due to the fact that long term experiments are very expensive and rare, the representativeness of the result from 3 consecutive years is studied. It’s established that the maze grown in rain fed conditions during consecutive 3 year experiments has results that practically match the results from 12 year studies. In 10% of the cases the difference is within 23%.

With irrigation the yields are much higher and stable compared with the rain fed results. Due to this fact, the 3 years studies can be accepted as representative data for long term periods.

Key words: Optimal nitrogen application, yield variation, Maximum yield

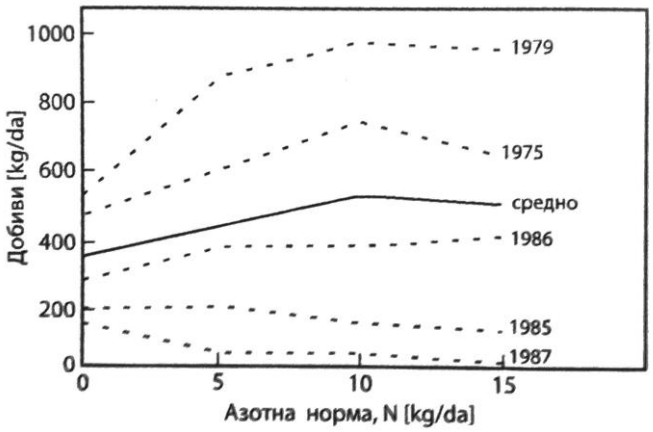
Увод

Известно е, че зависимостта „добив-азотна торова норма“ през конкретната година е криволинейна. С нарастване на нормата, нараства и добивът до определена стойност (фиг.1). След това, добивът започва да намалява т.е кривата има максимум.



Фиг. 1. Относителна зависимост „добив – азотна норма“ за 2 сорта пшеница (Господинов 1981 г.)

От 1980 г. тази зависимост е изразена чрез квадратно уравнение (FAO, BOS 1980г.). През отделните климатични години обаче, стойността на торовата норма при която се получава максимален добив е различна (фиг.2). В редица случаи, **максималният** добив не е и **икономически най-изгодният**.



Фиг. 2. Зависимости „добив – азотна норма“ при царевица за 5 климатични години подбрани от 12 годишни изследвания (Котева и др. 1989 г.)

На фиг. 1 и 2 са дадени добивите съответно от пшеницата и царевицата. Вижда се, че те имат еднакъв характер. Чрез кривите на фиг.2 се получава информация както за запасеността на почвата с азот, така и за влиянието на климатичните условия през отделните години върху добивите.

Целите на изследването са да се предложи методика за определяне на азотната норма осигуряваща получаването на: 1. Максимален добив. 2. Максимален икономически ефект през дългогодишен период.

Изходни данни и предпоставки

На фиг. 2 са дадени графици на зависимостите „добив – азот“ при царевичният хибрид ВС 6625. Всички получени резултати се отнасят за 13 годишен период след 1975г. (Котева В. и др. 1989г.). Графиците на фиг.2 са само за 5 от годините, които обхващат всички изменения на добивите. С плътна линия са показани усреднените резултати.

От прегледа на данните в таблицата и фиг.2 се вижда, че максималният добив през 1987г. (127 kg./da.) е изключително нисък. Това дава основание, при следващите обработки, резултатите от тази година да бъдат изключени. Средните резултати показани на фиг. 2 са за периода 1975 – 1986г. Усредненият максимален добив за този период е **594 kg./da.** получен при средна торова норма 13 kg./da. Това е и решението на задачата само когато са налице дългогодишни експерименти (напр. 10-12г.).

По-принцип, полските експерименти са скъпи и изискват участието на екип от специалисти. Следва да се добави, че отделните хибриди се сменят сравнително често

(напр. през 4-6г.). Поради това, наложително е, да се търсят макар и приблизителни решения за определяне на оптималната азотна норма, като се използват по-краткотрайни опити.

Усреднени резултати от тригодишни изследвания

Данните от разглежданият експеримент са представени в таблица 1 включително и в групи от по 3 последователни години. По този начин се изчерпани всички възможни комбинации за оценка на експерименти с продължителност 3г. Данните дават възможност да се оцени представителността на средните резултати от 3-те години по отношение на целия 12 годишен период.

Таблица 1. Максимални добиви от царевица и оптимални азотни норми

Години	Максимален добив **kg/da**	Средни резултати за 3 години		
		Година **от - до**	Среден максимален добив **kg/da**	Оптимална азотна норма средна за 3 г. **kg/da**
1975	748			
1976	688			
1977	541	1975-77	659	12
1978	574	1976-78	601	12
1979	1002	1977-79	706	12
1980	589	1978-80	722	12
1981	369	1979-81	652	12
1982	759	1980-82	571	12
1983	606	1981-83	578	14
1984	669	1982-84	678	16
1985	191	1983-85	488	14
1986	400	1984-86	420	14
1987	127			
Средно		1975-1986	594	13

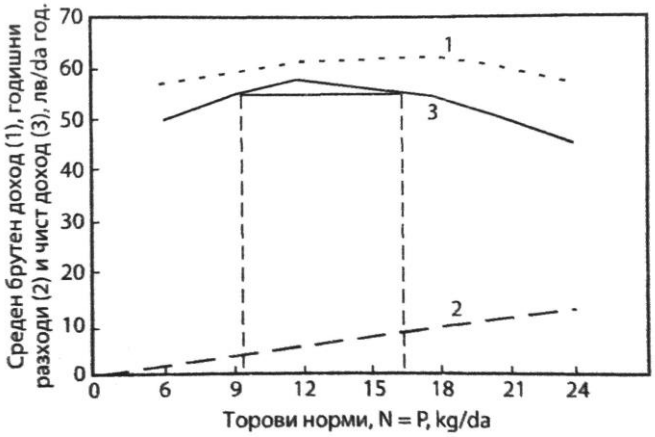
От таблицата се вижда, че през 6 от 10-те възможни тригодишни периода, оптималната торова норма е била 12 kg./da. През 3 от случаите тя е 14, а само през един (1982 – 1984г.) – 16 kg./da. Средноаритметичната стойност на оптималната азотна норма за 12-те години е 13 kg./da. С оглед на реалностите в практиката и характера на кривите от фиг. 1 и 2 може да се приеме, че измененията на нормата със плюс-минус 1 kg./da. нямат съществено значение. Следователно, за условията на разглеждания експеримент (табл.), оптималната торова норма установена от тригодишни експерименти в 90% от случаите е изключително близка до средните резултати за 12 годишен период (13 kg./da.). Само в един от случаите (1982 – 1984г.) торовата норма се отклонява с 23% от оптималната. За разлика от **азотната норма** обаче, средноаритметичните стойности на **добивите** от тригодишни изследван се отклоняват в по-широки граници (10 - 29% от средномногогодишната стойност). От изложеното може да се заключи, че **средноаритметичната стойност на азотната норма**, получена от 3 последователни години (за примера 13 kg./da.) осигурява получаването на максимален добив през целият период.

Едно още по-точно определяне на тази норма може да се получи от тригодишни изследвания когато отделните години се оценят допълнително по отношение на влажността и плодородието им. Например, при царевицата могат да се използват кривите на обезпеченост на сумата от валежите през месеците Юли и Август. В случая е необходима и емпирична зависимост между сумата на валежите и добива. Точността на резултатите ще бъде още по-голяма ако 3-те години на експеримента се оценят чрез съответните необходими напоителни норми. Чрез тях се отчита влиянието както на валежите, така и на редица други климатични и почвени показатели.

При поливни условия получаваните добиви са значително по-стабилни от тези без напояване. Например, при царевицата те се изменят най-често от 800 до 1100 kg./da. Същото се отнася и за азотните норми. Следователно, **при напояване**, осреднените резултати от тригодишни изследвания за азотната норма осигуряваща максимален добив ще бъдат достатъчно представителни за дългогодишен период.

Втората цел на изследването е установяване на **икономически най-изгодната** азотна норма която по принцип се отличава от тази осигуряваща **максимален добив**.

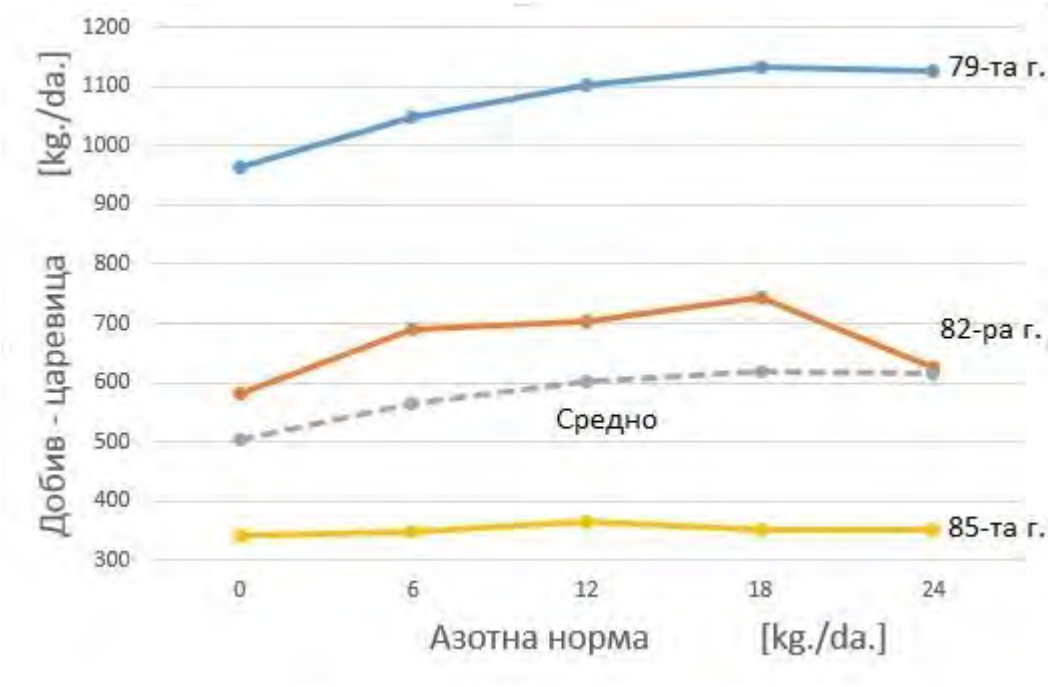
Известно е, че икономическият ефект е равен на разликата между приходите и разходите за производство. В случая, приходната част представлява полученият добив умножен на изкупната цена. В разходната част се включват разходите свързани с торенето с азот. Така се получава условният икономически ефект. При максималната му стойност се определя и икономически най-изгодната азотна норма. Схематично, определянето на тази норма е показано на фиг.3. Кривата - 1 изразява брутният доход, чрез кривата – 2 разходите за торене а разликата между двете (кривата 3) е условният икономически ефект. Нормата при която се получава максимума на този ефект (фиг. 3) е 12 kg./da. От практически съображения, в случая е целесъобразно да се разглежда зоната в която ефекта се различава например до 3% от максимума. На фиг.3 тази зона е от 9 го 16 kg./da. Това дава възможност производителя да приложи най-изгодното за него решение.



Фиг. 3. Схема за определяне на икономическият ефект при различни азотни норми

В публикация на Тончева и Тошева (2012г.) е направен полезен и пълен статистически анализ на 12 годишни изследвания с царевица хибрид ВС6622. Експериментите са осъществени на тъмносива горска почва в Търговишко. Те са със 11 равнища на торене, като азота е от 0 до 24 kg./da. При всеки от вариантите (например 12 kg./da.) има две равнища на фосфор и калий, например P_0 K_0 и P_8 K_{12}. Получените добиви при тези два подварианта са изключително близки (например 744 и 737 kg./da.). Това дава основание при изследването да се използва средната стойност на добива (например 740 kg./da.).

На фиг.4 са дадени добивите през 3 от годините на изследването в зависимост от азотната норма. Годините са подбрани така, че обхващат всички получени добиви. С пунктирана линия е дадена и кривата на средно аритметичните добиви от 12 годишният период. През годините максималните добиви се получават в диапазона от 12 до 18 kg./da. Средно аритметичният максимален добив за периода се получава при норма 18 kg./da.



Фиг. 4. Зависимост между добивът от царевица и азотните норми в Търговищко (Тончева, Тошева 2012 г.)

При наличието на дългогодишни експерименти, определянето на нормата осигуряваща максимален икономически ефект може да стане и чрез сравняване на вариантите които са съседни на варианта осигуряващ максимален добив. Сравняването на варианта с N = 18 kg./da. с този при N = 24 kg./da. безспорно е в полза на първия. При торене с азот 24 kg./da. добивите са с 4 кг по-ниски а разхода на азот е с 6 kg./da. по-висок. При сравнението с варианта при който азота е 12 kg./da. полученият добив е малко по-нисък но по-ниска е и торовата норма. Тъй като, стойността на един кг. азот е по-висока от този на един кг. царевица, следва, че **икономически най-изгодната азотна норма** е 12 kg./da.

Получените по-горе количествени оценки се основават на конкретните пример при неполивни условия. В тях обаче, изменението на максималните добиви е в изключително широки граници (190 – 1002 kg./da. царевица). В преобладаващите случи в практиката, границите на измененията на добивите са по-малки. Това дава основание да се заключи, че резултатите от тригодишни експерименти са задоволително точни за определяне на оптималната азотна торова норма.

Изводи

Зависимостите „добив – норма азот“ са с максимум и могат да се изразят с уравнение от втора степен (фиг. 1 и 2). При неполивни условия получаваните добиви през отделните години са подчертано различни. Различна е и торовата норма осигуряваща получаването на максимален добив.

При наличие на продължителни експерименти (над 10-12г.) могат да се установят азотните норми осигуряващи максимални добиви или максимален икономически ефект.

При краткотрайни опити (3г.), при разглеждания пример (табл.) в 90% от случаите **средноаритметичната** торова норма практически е равна на тази осигуряваща максимален добив в многогодишен разрез.

Резултатите от краткотрайните опити (напр. 3г.) могат да се използват и за определяне на оптималната **азотна норма** осигуряваща получаването на **максимален икономически ефект**. В случая, грешките достигат до 10-20%. С оглед на условията в практиката тези отклонения в азотната норма могат да се приемат за допустими.

Литература

Върлев И. 1985г. Възможности за използване на зависимостите „климатични фактори – добив“ от пшеница. сп. Растениевъдни науки номер.3 С.

Господинов М. 1981 г. Дисертация. С.

Котева В, П. Марчев, Ст. Димов, Хр. Филипов 1989 г. Динамика на добивите царевица, пшеница, слънчоглед и ечемик отглеждани в дългогодишен стационарен торов опит. Научни трудове от юбилейна научна сесия. Ямбол стр. 55-98.

Тончева Р., Е. Тошева 2012 г. Избор на технология за отглеждане на царевица при минимален риск. сп. Почвознание, агрохимия и екология номер 3 С.

FAO BOS M.G 1980. Irrigation Efficiencies at Crop Production Level ICID Bull voll.29, #2

ИЗПИТВАНЕ НА АМЕРИКАНСКИ ХИБРИДИ ЦАРЕВИЦАЗА РХС

Стамен Димитров*, Чавдар Дочев**
**Лесотехнически университет, София, **Пионер семена България*
E-mail: stamen_2007@abv.bg

COMPARATIVE TESTING OF AMERICAN MAIZE HYBRIDS FOR VCU

Stamen Dimitrov*, Chavdar Dochev**
**University of Forestry, Sofia, **Pioneer seeds Bulgaria*

Abstract

To listsome variety in the official catalog of our country is also necessary to meet the requirements of DUS, to have specific requirements for yeald and resistance /tolerance/ of diseases and pests. In recent years, we began to grow many early maize hybrids, which have 105-115 days duration of the vegetation period and allow their cultivation in the high regions of the country or, where necessary obtain a second crop after early harvested cereal or crop cultures. Moreover later hybrids are harvested in later autumn, which is a prerequisite for a sharp decline in yields of cere-als.

For establishing value for cultivar and use /VCU/, is used methodology, which is approved by the Executive Director of IASAS. The test is still at least two years, but it is possible to extend the deadline for another when data are not unidirectional or experience appears under irrigated conditions.

Key words: mais, testing, VCU, National Variety List

Изпитването на новите сортове и хибриди се извършва с цел вписването им в официалната сортова листа на страната. Всяка фирма или научен институт у нас се стреми да има представени възможно най-много от тях, защото то означава, че те са с добри стопански качества, отговарят на определени изисквания за устойчивост на болести и неприятели и поради тази причина са предпочитани от българските фермери, тъй като са проверени при условията на България.

Материал и методи

Изпитването за РХС задължително се основава на Протоколите на CPVO /Организацията в ЕС, която е отговорна за закрила на сортовете на европейско ниво/ за съответните култури или ако такива не съществуват, се използват Ръководствата на UPOV /Световната организация за закрила на сортовете/.

През периода 2010 – 2011 г. са изпитвани 3 ранни хибрида на американската фирма Pioneer, от група по ФАО 300 – 399, които са подходящи за отглеждане в по-високите части на страната поради по-късия си вегетационен период.

В случая бе използван протоколът за изпитване на царевица на CPVO, който документ се прилага при всички сортове *Zea mays* L.: самоопрашени линии, хибриди и свободно опрашени сортове, с изключение на декоративните.

Във всяка методика най-подробно са описани всички признаци /характеристики/, които се наблюдават, фазата от развитието им, когато това се извършва, както и броят растения /части от растения/, при които те се отчитат.

При изготвянето на описанията на сортовете се използват няколко вида характеристики, а именно:

а/ качествени / **QL**/: те показват отделни прекъснати състояния на изява.

б/ количествени / **QN**/: характеристики, които се изявяват от една крайност до друга и могат да се измерват или видимо наблюдават чрез единна мерна система.

И двата вида характеристики се влияят в по-голяма или по-малка степен от околната среда, която може да измени степените на изява на генетически контролираните различия.

в/ псевдокачествени /**PQ**/: форма на върха и оцветяване на зърното.

Задължително се определя и начинът на измерване на характеристиките, като той се означава с латински букви, а именно:единично измерване на група от растения или на части от растения;измерване на отделни растения или части от растения;визуална оценка от отделно наблюдение на група растения или на части от растения;визуална оценка от наблюдение на отделни растения или на части от растения.

Препоръчваната площ в която се наблюдават признаците е:обикновено 20 растения.

В настоящите разработки сме изследвали показатели, които заедно с добивите са основни за определяне пригодността на съответния хибрид за вписване в Официалната сортова листа на страната, а именно: продължителност на вегетационния период /дни/ на най-важните фази от развитието на царевицата /поникване-изметляване, поникване-изсвиляване и поникване-поява на черното петно/. Причината да се наблюдава продължителността на вегетацията е, че тези характеристики заедно с влагата при прибиране определят групата на ранозрялост по ФАО което е от съществено значение в кои части на страната е възможно да се отглеждат съответните хибриди. Освен това сме отчитали височината на растенията, cm и височина на залагане на най-горния /първия кочан/,cm.

Във всеки опит се залага на първо място стандартът в по-ранната група по ранозрелост /PR39D81/, стандартът от съответната група / Clarica/, новите хибриди/P9578, който е изпитван две години, P9317, изпитван през 2010 г. и P9175, изпитван през 2011 г./ и стандартът от по-късната група / Furio и Evelina/. Целта е да се определи по-точно продължителността на вегетационния период, защото по-късните хибриди са и по-високодобивни. За стандарти се определят най-високодобивните и най-разпространените в страната хибриди.

1. Продължителност на вегетационния период

Резултатите са представени в табл. 1, 2 и 3. За всяка година те са посочени в три колони: брой дни от поникване до съответната фаза при неполивни и поливни условия и нейната продължителност средно за периода.

А. Поникване и изметляване (табл. 1).

През първата година от изследването, която е била по-влажна от 2011 г., новите хибриди при неполивни условия са с 2 дни средно по-ранозрели, отколкото ако се отглеждат при поливане, което е нормално. Но през 2011 г. , която е много по-суха, е видно, че и при двата начина на изпитване този показател е един и същ, което означава, че при високи дневни температури и ниска атмосферна влажност, комбинация характерна за нашата страна, поливането не може да преодолее влиянието на тези неблагоприятни условия на околната среда, което трябва да се има пред вид от фермерите, отглеждащи културата в по-горещите райони на страната. И при двата начина на култивиране новозаявените хибриди се доближават по този показател по-скоро до група 400-499 по ФАО. Варирането импо този показател спрямо средните данни е -2 +3 дни, което е в границите на нормално.

През следващата, 2011 г., тази фаза е настъпила по-рано средно с 3 дни и при поливни, и при неполивни условия, като Р9578 скъсява слабо продължителността на фазата, а Р9175 отговаря по този признак на хибридите от по-късната група, като при поливане той е с най-продължителна вегетация. При сравняване на осреднените данни е видно, че най-слабо от всички царевични хибриди се влияе от наличието на влага стандартът за група 400-499 Evelina – разликата е само 1 ден, докато при останалите тя е 3 дни. И през двете години на проучването при стандарта Furio периодът на настъпване на фазата е по-къс ко-гато той се напоява, което не е типично проявление. Данните от последните три колони по-казват, че и средно за периода Р9578по-скоро се отнася към по-къснозрелите хибриди.

Б. Поникване-изсвиляване (табл. 2). През тази фаза хибридът Furio продължава да скъсява вегетационния период при напояване, като и през двете години е средно с 3 дни по-малък, Р9578 е практически равен по този показател при различните начини на отглеждане. И през двете години фазата поникване-изсвиляване продължава 3 дни повече от предходната, което е типично за биологията на културата. През по-сухата и гореща 2011 г., при всички хибриди тя настъпва по-рано при поливни условия с изключение на Р9578.

Средно за периода на изпитване тенденцията е същата както през отделните години: периодите и при сухи, и при поливни условия са еднакви. И по този показател Р9578 се отнася по-скоро към по-къснозрелите хибриди.

В. Поникване-узряване (табл. 3). През 2010 г. продължителността на вегетационния период е по-голяма или равна при поливни условия за всички хибриди и е средно 113 – 115 дни, а Р9578 отново се доближава до царевиците от група 400-499, което е напълно нормално, след като такова е било поведението му в предходните фази.

На следващата година засушаването и ниската атмосферна влажност ускоряват вегетацията на всички хибриди при поливни условия и тя е средно с 5 дни по-малка от тази при неполивни. Най-сухоустойчив е отново стандартът Furio – с 8 дни е по-ран, отколкото когато се отглежда с напояване. Само стандартът на най-ранната група PR39D81 и P9578 имат по-голяма продължителност на вегетационния период съответно с 1 и с 2 дни, като разликата при стандарта може да се отнесе към статистическата грешка. При неполиване по този показател кандидат сортът напълно отговаря на групата си, докато когато се напоява, той се изравнява със стандартния хибрид на група по ФАО 400-499.

Височина на растенията (табл. 4).

Тази характеристика е важна за определяне различимостта между отделните хибриди, както и за правилното протичане на фотосинтезата, особено при по-прибрано положение на листата към стъблото. Разбира се, от особено значение е и ширината на листната петура.

Измерването на признака се извършва във фаза млечна-восъчна зрелост, когато растенията са достигнали максималната си височина.

През 2010 г., която е с достатъчно валежи, най-високи и при двата начина на изпитване са новите хибриди на фирма Pioneer, като при поливане всички те са по-ниски, със средна разлика от 31 cm. Стандартът на среднорановата група Furio е равен или недоказано по-нисък от тях.

През следващата година, поради силно засушливите условия и по-високите температури в местата на отглеждане на културата, напояването се отразява положително на височината на растенията и те превишават тези, отглеждани при сухи условия – разликата между тях е средно 14 cm. Най-висок е бил стандартният хибрид Furio –между 6 и 28 cm, което още веднъж потвърждава неговата сухоустойчивост.

Осреднените двугодишни резултати кореспондират напълно на посочените данни по години.

Височина на залагане на кочана (табл. 5.).

Тази характеристика е особено важна за получаване на високи и стабилни добиви, защото при оптималната височина на разполагане на кочаните върху стъблото се намаляват в немалка степен загубите при прибиране, особено ако при узряване дръжките им са пречупени и те са наведени надолу, което означава, че е възможно механичното им откъсване от стъблото и попадане върху почвената повърхност.

Обикновено съществува положителна корелация между височината на растенията и тази на залагане на кочана, която се запазва и в настоящия случай.

От таблицата е видно, че и през двете години от проучването кочаните се намират на достатъчна височина от почвата, като по-високо са разположени тези при растенията, отглеждани при неполивни условия. Характерно е, че през първата година височината на залагане е по-голяма и при двата начина на отглеждане, а разликата между двата варианта

Резултати от изпитването на царевица за зърно средно за периода 2010 - 2011 г. група по ФАО 300 – 399

Таблица 1. Продължителност на вегетационния период - дни: поникване - изметляване

Показатели	Поникване - изметляване 2010 г., дни			Поникване - изметляване 2011 г., дни			Поникване - изметляване – средно за периода, дни		
ХИБРИДИ ↓ ГОДИНА →	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за периода**
Clarica	55	59	**57**	52	52	**52**	54	56	**55**
Furio	58	57	**58**	56	54	**55**	57	56	**56**
PR39D81	54	55	**55**	51	53	**52**	52	54	**53**
Evelina	56	58	**57**	56	56	**56**	56	57	**56**
P9578	59	61	**60**	56	57	**57**	58	59	**58**
P9317	58	56	**57**	-	-	-	-	-	**-**
P9175	-	-	-	56	59	**58**	-	-	**-**
Средно:	56	58	**57**	54	54	**54**	**55**	**56**	**56**

Таблица 2. Продължителност на вегетационния период, дни: поникване - изсвиляване

Показатели	Поникване - изсвиляване 2010 г., дни			Поникване - изсвиляване 2011 г., дни			Поникване - изсвиляване – средно за периода, дни		
ХИБРИДИ ↓ ГОДИНА →	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за периода**
Clarica	55	57	**56**	55	54	**54**	55	56	**55**
Furio	62	59	**60**	59	56	**58**	60	58	**59**
PR39D81	57	58	**58**	54	54	**54**	56	56	**56**
Evelina	59	60	**60**	59	57	**58**	59	58	**58**
P9578	62	62	**62**	59	60	**60**	60	61	**60**
P9317	60	58	**59**	-	-	**-**	-	-	**-**
P9175	-	-	**-**	59	58	**59**	-	-	**-**
Средно за:	**59**	**59**	**59**	**57**	**56**	**57**	**58**	**58**	**58**

Таблица 3. Продължителност на вегетационния период, дни: поникване - узряване

Показатели	Поникване - узряване 2010 г., дни			Поникване - узряване 2011 г., дни			Поникване - узряване – средно за периода, дни		
ХИБРИДИ ↓ ГОДИНА →	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за периода**
Clarica	112	113	**112**	115	109	**112**	114	111	**112**
Furio	114	115	**114**	119	111	**115**	116	113	**114**
PR39D81	110	114	**112**	112	109	**110**	111	112	**112**
Evelina	116	116	**116**	119	115	**117**	118	116	**117**
P9578	113	116	**114**	115	113	**114**	114	116	**115**
P9317	114	116	**115**	-	-	**-**	-	-	**-**
P9175	-	-	**-**	115	111	**113**	-	-	**-**
Средно за:	**113**	**115**	**114**	**116**	**111**	**114**	**115**	**114**	**114**

Таблица 4. Височина на растенията, cm

Показатели	Височина на растенията 2010 г., cm			Височина на растенията 2011 г., cm			Височина на растенията – средно за периода, cm		
ХИБРИДИ ↓ ГОДИНА →	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за периода**
Clarica	253	221	**237**	217	233	**225**	225	227	**226**
Furio	269	220	**252**	230	240	**235**	250	238	**244**
PR39D81	239	207	**223**	199	219	**209**	219	213	**216**
Evelina	261	236	**250**	218	228	**223**	240	232	**236**
P9578	266	237	**252**	216	232	**224**	241	235	
P9317	273	241	**257**	-	-	**-**	-	-	**-**
P9175	-	-	**-**	213	229	**221**	-	-	**-**
Средно за:	**258**	**227**	**243**	**216**	**230**	**223**	**235**	**229**	**230**

Таблица 5. Височина на залагане на кочана, cm

Показатели	Височина на залагане на кочана 2010 г., cm			Височина на залагане на кочана 2011 г., cm			Височина на залагане на кочана – средно, cm		
ХИБРИДИ ↓ ГОДИНА →	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за годината**	сухи условия	поливни условия	**средно за периода**
Clarica	105	92	**99**	92	75	**84**	98	84	**91**
Furio	96	90	**93**	90	72	**81**	93	81	**87**
PR39D81	94	73	**84**	87	72	**78**	90	72	**81**
Evelina	94	88	**91**	85	74	**80**	90	81	**86**
P9578	105	92	**98**	89	75	**82**	97	84	**90**
P9317	100	95	**98**	-	-	**-**	-	-	**-**
P9175	-	-	**-**	82	68	**75**	-	-	**-**
Средно за:	**99**	**87**	**94**	**89**	**74**	**81**	**94**	**80**	**87**

е около 12 cm. Само при Furio, Evelina и P9317 тя е много двойно по-малка. По принцип този показател е генетично обусловен и малко се влияе от външни условия.

През 2011 г. неблагоприятните климатични условия се отразяват и на този показател – той варира между 6 и 16 cm при неполивни и средно 17cm при поливни условия за различните хибриди, с изключение на PR39D81. Най-слабо зависи от климатичните условия височината на залагане на кочана при Furio и PR39D81, което отново е доказателство и за тяхната сухоустойчивост.

Различията във височината на залагане на кочана са по-големи през втората година от изпитването.

Изводи

По продължителност на вегетационния период хибридът P9578 по-скоро се отнася към групата на среднoранните хибриди.

Височината на растенията на всички хибриди е в границата на оптималната, независимо от условията на отглеждане.

Височината на залагане на първия кочан е достатъчна, за да е възможно механизираното прибиране на всички хибриди без загуби.

Литература

ИАСАС, Резултати от изпитването на ранни хибриди царевица през 2010 г.

ИАСАС, Резултати от изпитването на ранни хибриди царевица през 2011 г.

ИАСАС, Методика за изпитване за РХС на царевица.

Закон за посевния и посадъчен материал.

Закон за закрила на новите сортове растения и породи животни.

Йордан Шанин, Методика на полския опит, Институт по почвознание и програмиране на добивите „ Н. Пушкаров“, 1977 г.

СРАВНИТЕЛНО ИЗПИТВАНЕ НА АМЕРИКАНСКИ ХИБРИДИ ЦАРЕВИЦА ЗА БСК

Стамен Димитров*, Чавдар Дочев**
**Лесотехнически университет, София, **Пионер семена България*
E-mail: stamen_2007@abv.bg

COMPARATIVE TESTING OF AMERICAN MAIZE HYBRIDS FOR VCU

Stamen Dimitrov*, Chavdar Dochev**
**University of Forestry, Sofia, **Pioneer seeds Bulgaria*

Abstract

To listsome variety in the official catalog of our country is also necessary to meet the requirements of DUS, to have specific requirements for yield and resistance /tolerance/ of diseases and pests. In recent years, we began to grow many early maize hybrids, which have 105-115 days duration of the vegetation period and allow their cultivation in the high regions of the country or, where necessary obtain a second crop after early harvested cereal or crop cultures. Moreover later hybrids are harvested in later autumn, which is a prerequisite for a sharp decline in yields of cure-alls.

For establishing value for cultivar and use /VCU/, is used methodology, which is approved by the Executive Director of IASAS. The test is still at least two years, but it is possible to extend the deadline for another when data are not unidirectional or experience appears under irrigated conditions.

Key words: mais, testing, VCU, National Variety List

За да се впише даден сорт в Официалната сортова листа на страната е необходимо освен да отговаря на изискванията за новост, различимост, хомогенност и стабилност, да отговаря и на определени изисквания за добивност и устойчивост /толерантност/ на болести и неприятели. През последните години у нас започнаха да се отглеждат множество ранни хибриди царевица, които са с около 105 – 115 дни продължителност на вегетационния период и позволяват култивирането им във високите райони на страната или там, където е необходимо получаването на втора реколта след рано пожънати житни или фуражни култури. Освен това късните хибриди се прибират късно през есента, което е предпоставка за рязко намаляване на добивите от житни култури, чиито предшественици са те.

Материал и методи

За оценяване на стопанските качества на селскостопанските култури се използват методики, подготвена с участието на най-изявените специалисти от страната в съответната област, която се одобрява от Изпълнителния директор на ИАСАС. Периодично те се обновяват. Във всяка от тях са посочени показателите, които се наблюдават задължително

при съответната култура, както и анализите, които се извършват на получената продукция /хлебопекарни качества при пшеницата, варимост при някои бобови и т.н./. Новите сортове се изпитват и за устойчивост на патогени и се оценяват по международна скала. Проучването продължава поне 2 години, но е възможно срокът да се удължи с още една,когато данните не са еднопосочни или опитът се извежда при неполивни условия.

В случая бе използвана методика за изпитване на царевица за БСК, по която се изпитват всички вариетети *Zea mays* L.**:** за зърно, захарна, пуклива, за специални нужди или за силаж, като разбира се, показателите за всеки от тях малко или много се различават или са специфични. В нея се посочват агротехниката, при която се извеждат опитите, броят растения/m^2, размерът на опитните парцели, фенологичните наблюдения, които се извършват, нападението от болести и неприятели при полски условия, начинът на прибиране и др. Целта е да се установи максималната продуктивност на хибрида и качеството на получената продукция.

Опитите се извеждаха в 5 станции по сортоизпитване на сухи условия и 2, където те се отглеждаха с поливане.За всяка година осреднените резултати от всички пунктове са посочени в три колони: отчетената влажност, измерена в опитите, заложени при неполивни условия, тази от опитните станции, където царевицата се полива и средно за страната за всяка станция и всеки хибрид от двата начина на отглеждане, което ни дава представа за неговото поведение през периода, както и климатичните условия за времето на изпитване. В последните три колони са представени данните средно за двете години.

През 2010 – 2011 г. са изпитвани 3 ранни хибрида на американската фирма Pioneer, от група по ФАО 300 – 399, които са подходящи за отглеждане в по-високите части на страната поради по-късия си вегетационен период.

Във всеки опит се залага на първо място стандартът в по-ранната група по ранозрелост /PR39D81/, стандартът от съответната група /Clarica/, новите хибриди /P9578, който е изпитван две години, P9317, изпитван през 2010 г. и P9175, изпитван през 2011 г./ и стандартът от по-късната група / Furio и Evelina/.

Бяха наблюдавани следните показатели: влага при прибиране /проценти/, маса на 1000 семена, g и хектолитрова маса, kg/hl. По време на вегетацията е отбелязвано в проценти нападението от болести и поляганто при прибиране, както и други показатели, които не са обект на настоящото изследване.

Хибридът P9578 е изпитван две години, P9317, изпитван през 2010 г. и P9175, изпитван през 2011 г..

1. Влага при прибиране (табл. 1)

Влагата, измерена в момента на прибиране е един от най-важните показатели за определне продължителността на вегетационния период. Моментът на жътва зависи от узряването на стандарта за съответната група, защото при появата на черното петно влажността на зърното е между 30 – 20%, т.е. царевицата все още не е готова за нея.

През 2010 г.с най-ниска влажност при сухи условия е стандартът на група по ФАО 200-299, практически с него се изравняват и двата нови хибрида. Clarica е с по-висока влажност, но тя се доближава до първия стандарт на среднораната група Furio и

превишава доказано Evelina. С изключение на последния хибрид, всички останали са в границата на осредненатa влажност за периода. При отглеждане с поливане само стандартът на групата не променя своята влажност, докато при всички останали тя е по-висока, като при втория стандартен хибрид на група 400-499 дори се е повишила с 3,2%. При P9578 превишението е с 1,4%. Средно при напояване влажността е с 1,3% по-висока, отколкото когато те сеотглеждат при сухи условия. Claricaи Evelina се различават съществено по този показател от останалите хибриди.

През следващата, 2011 г., при неполивни условия, стандартът на ранната група е с най-ниска влага, всички останали хибриди са практически равни и само стандартът на среднорannата група Evelina е с доказано по-висока стойност, което отново пътвърждава принадлежността му към група ФАО 400-499. При напояване съдържанието на влага в зърното на новите хибриди и стандартите за двете ранни групи е еднакво, а много по-ниско е то при този начин на отглеждане.

Средно за периода при сухи условия най-ниска е била влагата при PR39D81 и най-висока – приEvelina, което напълно съответства на групите по ранозрелост, където са поставени. При напояване двата стандарта на среднорannата група Furio иEvelina отново потвърждават присъствието си в нея, докато тези от по-ранните групи действително принадлежат към по-ранните 200-299 и 300-399.

2. <u>Маса на 1000 семена, g</u> (табл. 2)

Всички изпитвани хибриди са с тип на зърното конски зъб. Тъй като признакът е строго специфичен, най-правилно е да се сравнява той и при двата начина на отглеждане на всеки царевичен хибрид през отделните години. Този показател по-скоро показва тяхната сухоустойчивост.

През 2010 г. е видно, че при хибридите Furio, Evelinaи P9578 практически няма разлика в масата на 1000 семена и при сухи, и при поливни условия – тя е в границите само на 2 – 4 g. При останалите обаче условията на отглеждане са оказало влияние, като при ня-кои то е съществено. При Claricaи PR39D81тя е 12 g, но при P9317 е огромна: цели 42, 5 g, което е показател за високата чувствителност на този царевичен хибрид към наличието на влага през вегетационния период.

През 2011 г. само P9578 е показал достатъчна сухоустойчивост – различия при поливни и неполивни условия практически няма, докато останалите варират от 6,1 g при PR39D81, 10,7 g при P9175 до 31,6 g при Furio, което е показател за тяхната по-висока чувствителност към недостига на влага. Разбира се, не бива да се отминава и фактът, че тя се определя и от момента на настъпване на засушаването.

Средно за периода на изпитването хибридите Evelinaи Furio са с най-едри семена, следвани от P9317 иPR39D81, а с най-дребни семена е стандартът при втората ранна група Clarica.

3. <u>Хектолитрова маса, kg/hl</u> (табл. 3)

През 2010 г. хектолитровата маса на хибридите не се влияеше от начина на отглеждане на хибридите – тя бе практически еднаква: най-висока бе тя при Furio – 74,7kg/hl и най-ниски: при P9578 – 71,9 и P9317 - 68,5kg/hl, а останалите са между тях.

Резултати от изпитването на царевица за зърно средно за периода 2010 - 2011 г. група по ФАО 300 – 399

Таблица 1. Влага при прибиране, %

ПОКАЗАТЕЛИ	Влага при прибиране - 2010 г. %			Влага при прибиране - 2011 г. %			Влага при прибиране - средно за периода, %		
ХИБРИДИ ↓ ГОДИНА →	сухи условия	поливни условия	средно за годината	сухи условия	поливни условия	средно за годината	сухи условия	поливни условия	средно за периода
Clarica	13,8	13,8	**13,8**	13,0	9,1	**11,1**	13,5	11,5	**12,5**
Furio	14,0	14,7	**14,4**	13,3	13,4	**13,4**	13,5	14,1	**13,8**
PR39D81	13,4	14,4	**13,9**	12,4	9,5	**11,0**	12,9	12,0	**12,5**
Evelina	14,7	17,9	**16,3**	13,9	13,6	**13,8**	14,3	15,8	**15,1**
P9578	13,6	15,0	**14,3**	12,9	9,3	**11,1**	13,3	12,2	**12,7**
P9317	13,5	14,3	**13,9**	-	-	**-**	-	-	**-**
P9175	-	-	**-**	12,6	13,7	**13,2**	-	-	**-**
Средно:	13,9	15,2	**14,5**	13,1	11,0	**12,1**	13,5	13,1	**13,3**

Таблица 2. Маса на 1000 семена, g

ПОКАЗАТЕЛИ	Маса на 1000 семена - 2010 г., g			Маса на 1000 семена - 2011 г., g			Маса на 1000 семена - средно за периода, g		
ХИБРИДИ ↓ ГОДИНА →	сухи условия	поливни условия	средно за годината	сухи условия	поливни условия	средно за годината	сухи условия	поливни условия	средно за периода
Clarica	285,1	272,0	**278,6**	245,5	270,6	**258,1**	265,3	271,3	**268,3**
Furio	308,7	305,1	**306,9**	269,3	300,9	**285,1**	289,0	303,0	**296,0**
PR39D81	289,1	277,9	**283,5**	265,8	258,9	**262,4**	277,5	268,4	**273,0**
Evelina	320,8	324,1	322,5	288,6	305,7	**297,2**	304,7	314,9	**309,8**
P9578	304,2	302,0	**303,1**	276,0	275,8	**275,9**	275,9	289,5	**282,4**
P9317	318,7	276,2	**297,5**	-	-	**-**	-	-	**-**
P9175	-	-	**-**	286,9	276,2	**283,2**	-	-	-
Средно:	**304,4**	**292,9**	**298,7**	**272,0**	**281,4**	**277,0**	**282,5**	**289,4**	**285,9**

Таблица 3. Хектолитрова маса, kg/hl

ПОКАЗАТЕЛИ	Хектолитрова маса - 2010 г., kg/hl			Хектолитрова маса - 2011 г., kg/hl			Хектолитрова маса - средно за периода, kg/hl		
ХИБРИДИ ↓ ГОДИНА →	сухи условия	поливни условия	средно за годината	сухи условия	поливни условия	средно за годината	сухи условия	поливни условия	средно за периода
Clarica	73,2	74,2	**73,6**	76,3	72,8	**74,6**	74,8	73,5	**74,1**
Furio	74,4	75,0	**74,7**	75,6	73,0	**74,3**	75,0	74,0	**74,5**
PR39D81	74,5	73,0	**73,8**	75,7	73,4	**74,6**	75,1	73,2	**74,2**
Evelina	73,7	72,9	**73,3**	76,1	73,0	**74,6**	74,9	73,0	**74,0**
P9578	70,9	72,9	**71,9**	73,1	70,7	**71,9**	72,0	71,8	**71,9**
P9317	69,2	68,2	**68,5**	-	-	-	-	-	**-**
P9175	-	-	-	69,1	65,2	**67,2**	-	-	**-**
Средно:	**72,7**	**72,7**	**72,6**	**74,3**	**71,4**	**72,9**	**74,4**	**73,1**	**73,7**

На следващата година засушаването и ниската атмосферна не повлиява съществено на показателя, но се увеличават разликите в зависимост от това дали се отглеждат при напояване или не, но практически няма съществени разминавания при хибридите в сравнение с предходната година, само при Clarica е 3,5kg/hl. Отново с най-ниска хектолитрова маса е P9578 – 71,9. Средно за периода на проучването, най-много варират семената на PR39D81 – само 1,9kg/hl, докато при останалите то е несъществено, а с най-ниска хектолитрова маса е P9317 – 71,9 kg/hl.

Изводи

Най-ниска е влагата при хибридите PR39D81и Clarica, докато хибридът P9578, макар и с малко по-дълъг вегетационен период, освобождава влагата по-бързо в сравнение с останалите и е подходящ за ранната група.

Най-едри са семената на хибридите от среднорановата група: Evelina и Furio, а с най-дребни - тези на Clarica.

По показателя хектолитрова маса всички хибриди с изключение на P9578 са равни помежду си.

Литература

ИАСАС, Резултати от изпитването на ранни хибриди царевица през 2010 г.

ИАСАС, Резултати от изпитването на ранни хибриди царевица през 2011 г.

ИАСАС, Методика за изпитване за РХС на царевица.

Закон за посевния и посадъчен материал.

Закон за закрила на новите сортове растения и породи животни.

Йордан Шанин, Методика на полския опит, Институт по почвознание и програмиране на добивите „ Н. Пушкаров“, 1977 г.

ВЛИЯНИЕ НА СОРТА И КАЛИЕВОТО ТОРЕНЕ ВЪРХУ БИОХИМИЧНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА КАЧЕСТВОТО НА ДОМАТИ

Николай Динев, Веселина Василева и Иванка Митова
ИПАЗР „Н. Пушкаров“, София
E-mail: ndinev@itp.bg

EFFECT OF VARIETY AND POTASSIUM FERTILIZATION ON BIOCHEMICAL PARAMETERS IF TOMATO QUALOITY

Nikolai Dinev, Vesselina Vassileva and Ivanka Mitova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The quality of tomatoes depends on various agri environmental factors. Possibility of regulation primarily concerns fertilization. It is known that potassium plays an essential role on the quality indicators. The great variety list allows selection of the Bulgarian varieties and varietal hybrids with established and prospective application. The aim of this work is by giving potassium fertilizer at different stages of technological scheme to establish certain changes in biochemical indicators of quality of tomato fruits from two varieties. Field experiment was carried out. in the same amount of phosphorus fertilizer were imported nitrogen and potassium fertilizer as follows: once the full dose, twice and three times. Preferred variety was "Miliana" and "Nikolina". It was found that for most indicators there is trend of effect of potassium fertilizer. In most cases there is good effect in double fdertilization of the dose (vit. C, the presence of lycopene). In experimental conditions exists expressed differences in the accumulation of sugars, malic acid and total common acids (in "Miliana" - in control, and in "Nikolina" - at a once application of potassium). In beta-carotene measurements show the best results in control ("Nikolina") and one-time application ("Miliana"). The data admit to conclude that the analysis of biochemical parameters allows for early diagnosis of the quality of the fruit and permit to indicate a positive trend liver deposit of potassium, most notably in the hybrid variety "Nikolina".

Key words: quality, tomatoes, biochemical indicators

Увод

Качеството на доматите за прясна консумация се определя както от външния вид (цвят, размер, форма, липса на физиологични нарушения и гниене), твърдост, текстура, сухо вещество, така и от техните органолептични (вкусови) и хранителни качества. От гледна точка на потребителите, цветът е една от най-важните характеристики, определящи избора им. Най-масови са плодовете със стандартен червен цвят, но все по-големия пазарен интерес към нетрадиционни сортове налага селектирането на нови такива с жълт, оранжев, розов, черен цвят. Вкусовите качества на доматите се дължат основно на съдържанието на захари и киселни, а хранителните – от съдържанието на минерали, витамини, каротеноиди и др. (антиоксиданти) (Ganeva et al., 2011).

Целта на настоящата разработка е да се установи влиянието на дробното внасяне на калий през вегетацията на домати от два сорта върху някои биохимични индикатори на качеството.

Материал и методи

Опитът е заложен на опитното поле в Цалапица на алувиално-ливадна почва с ниско съдържание на хумус (1.28%). pH е неутрално, като pH във вода е 6.9, а pH в калиев хлорид – 6.2. Почвата е с ниско съдържание на минерален азот – 14.7 mg/1000g, слаба запасеност с P_2O_5 – 4.4 mg/100g и средна запасеност – 13.6 mg/100g с K_2O.

Подбрани са два сорта- Миляна и Николина, от националната сортова листа.

Изследвано е качеството надвата сорта при ранно производство. Разсад (40-дневна вегетация) бе изнесен на полета на 28 април при температура на почвата над 12oC. Опитът е залжен в четири повторения при площ на опитната парцелка от 9.6 м2.

Калиевата норма от 24 кг К/дка е внесена двукратно под форма на калиев сулфат, на фон азотно и фосфорно торене. Азотът е внесен под форма на амониев нитрат, а фосфорът, като троен суперфосфат.

В изследването са включени средни резултати от четири беритби. След изсушаване на пробите при 65^oC с предварителна фиксация при 110 ^oC е определено сухото вещество – тегловно. Съдържанието на общи захари е определено рефрактометрично – с Digital refractometer – 32 145 и изразено в проценти. Съдържанието аскорбинова киселина е отчетено на апарат RQ Flex Plus 10 на Merck по оказаната методика. Ликопенът и общите багрила са определени във филтрат от ацетон спектрофотометрично

Качествените показатели са обработени статистически с пакет ANOVA (Statgraphics).

Резултати и обсъждане

Качеството на растениевъдната продукция е резултанта на успешната вегетация и провежданите през онгогенезиса мероприятия. В редица случаи качеството се разглежда като ключов фактор за пласирането на продукцията. През последните години обаче оценяването на качеството се сведе до метрологични единици (големина, транспортабилност) и все по-малко се коментират промените в биохимичните характеристики. Именно поради това ние насочихме нашите изследвания към анализ и дискусия на основните съединения, формиращи ценните и специфични вкусови качества на доматите.

Синтезата на захарите е тясно свързана и зависима от фотосинтезата. Поради това в редица случаи те могат да се ползват като продуктов критерии за интензивността на протичащи процеси. Доминиращо влияние при фотосинтезата имат листата.

В доматовите плодове съдържанието на захари е обикновено в диапазона 3-5 %. Те са представени главно от фруктоза и глюкоза.

Съдържанието на захари (Таблица 1) при изпитваните български сортове домати е в диапазона 4.9- 6.5 %. Макар и сортов признак, влияние върху формирането на захари оказва начинът на внасяне на калиев тор. Значително по-отзивчиво реагира сорт Николина. Най- високо е съдържанието при еднократното торене, следвано от

трикратното внасяне на калий. Значителна е разликата спрямо контролния вариан При сорт Миляна тенденцията е противоположна- най- високо съдържание на захари има в контролния вариант и изравнени съдържания при третираните варианти.

По отношение на друг важен показател на качеството- витамин С, е установено, че по-високо ниво има сорт Миляна. Най-високата абсолютна стойност се отчита при еднократно внасяне на калия, докато при сорт Николина това е при трикратно внасяне на този тор.

Наличието на органични киселини в доматите е най- често свързано с антиоксидантни свойства на тези зеленчуци (Groseva et al., 2013). И при двата сорта се отчита високо ниво на общи киселини при еднократното внасяне на калиевия тор. В останалите варианти на опита нивата са сйизмерими, като саво при двукратното внасяне на калий при сорт Николина се отчита поддържане на високо ниво.

Важен диагностичен признак за качество на доматите е наличието на общи багрила. Сред тях е бета-каротин - предшественика на витамин А, изключителен антиоксидант. В нашето изследване ние установяваме най-високо ниво на обши багрила във вариантите с еднократно внасяне (при сорт Миляна) и в контролата и варианта с еднократно торене с калий при сорт Николина.

През последните години особено внимание се обръща н наличието на ликопен в доматовите плодове. Редица изследвания го намират за най- ценния показател на качеството. В нашите данни ние установяваме, че най-високо ниво на този антиоксидант има има при двукратното внасяне на калий и при двата сорта домати.

Заключение

Продукцията от домати е призвана да задоволи както количествените, така и качествените очаквания на производителя и клиента. В тази насока се правят и различни технологични изменения на схемата за отглеждане. Правилният подбор на сортове предполага формирането на висок и качествен добив. При ранното полско производство определящи се явяват и агроклиматичните условия, предимно температурите на почвата и въздуха. През вегетацията протичат редица физиологични процеси, които на открито са трудни за контролиране. Фопмирането на доматите като плод е естествена реакция на организма за репродукция. В екологията е известно, че при неблагоприятни условия това е значително по-ускорен процес, отколкото при оптимизирани условия на средата. Според нас това е и резонния отговор на въпроса за наличието на по-добри качествени характеристики при доматите без внасяне на минерални торове, т.е. контролните варианти. Това се отчета при съдържание на захари, витамин С и общи багрила. Същевременно, отчитайки ниските добиви при този вариант (непубликувани данни), ние не може да го препоръчаме като оптимален.

По отношение на другите качествени показатели, а именно общата киселинност и ликопен, се проявява положителния ефект на дробното внасяне на калия. Това може да бъде обяснено с изискванията на растенията за по-високи температури при синтезата на тези съединения.

Комплексната оценка на данните от биохимични показатели на качеството позволява да се направят следните изводи:

Таблица 1. Биохимични показатели на плодове от домати

Ранно производство											
Вариант	**Сорт**	**Торене (калий)**	**Захари**	**Нитрати**	**Витамин С**	**Обща кис. (яб. к-на)**	**Обща кис.**	**Общи багрила**	**β каротин + др. обагрени в жълто**	**Ликопин**	**Ликопин**
					mg ml $^{-1}$	**g/l**	**%**	**mg ml $^{-1}$**	**%**	**%**	**mg ml $^{-1}$**
1	Миляна - VF	Неторено - контрола	6,1	30	24,40	6,88	0,69	6,99	15,50	84,50	5,91
2	Миляна - VF	Еднократно	5,8	26	33,60	6,25	0,75	6,63	22,00	78,00	5,17
3	Миляна - VF	Двукратно	5,8	34	18,86	6,16	0,71	5,28	7,50	92,50	4,88
4	Миляна - VF	Трикратно	5,8	34	21,16	6,16	0,71	7,02	15,00	85,00	5,97
1	Николина F1	Неторено - контрола	4,9	25	26,40	5,80	0,64	6,54	29,50	70,50	4,61
2	Николина F2	Еднократно	6,5	25	23,00	6,61	0,76	6,34	26,50	73,50	4,66
3	Николина F3	Двукратно	6,0	36	20,02	6,25	0,69	5,29	12,00	88,00	4,66
4	Николина F4	Трикратно	6,3	31	27,50	5,54	0,61	5,97	24,00	76,00	4,54

Дробното внасяне на калий води до повишаване на съдържанието на ликопен при сортове Миляна и Николина, като максимални стойности се отчитат при двукратното внасяне.

Съдържанието на редица биохимични продукти- захари, витамин с и общи багрила е максимално при контролните варианти на домати, отгледани като ранно полско производство.

Обобщените резултати позволяват да се препоръча продължаване на опита с отчитане на агро-климатичните условия и въздействието им върху формирането на показатели на качеството.

Литература

Groseva, S., A.Atanasova, P.Denev, D,Ganeva, M.Ktarchanova, and I.Tringovska. 2013. Polyphenolic constituents, antioxidant activity and mineral content of very small and small-fruited tomato (Solanum lycopersicum L.) genotypes. Agrochimica, Vol. LVII - N. 4 October-December 2013

Daniela Ganeva, Galina Pevicharova, Zhivko Danailov. 2011. Characterization of local tomato germplasm in relation to breeding. Genetika, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo. 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma | Dubrovnik | Hrvatska, p 229-233

БАЛАНС НА ХРАНИТЕЛНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ГЛАВЕСТО ЗЕЛЕ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ОРГАНОМИНЕРАЛЕН ТОР

Нели Гаджалска, Ивайло Вълчовски, Юрий Енакиев
ИПАЗР „Н. Пушкаров“, София
E-mail: gadjalska@abv.bg

BALANCE OF NUTRIENTS IN BREEDING OF HEAD CABBAGES USING ORGANIC FERTILIZER

Nelly Gadjalska, Ivailo Valchovski, Yurii Enakiev
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Lysimeter studies have been conducted to determine the mineralization of organic matter and the conversing of unassimilated forms of essential nutrients in assimilated. For comparison is used a biotransformed organic fertilizer based on manure from poultry production in granular and powder form and a mineral fertilizer. The balance of nutrients in crop production at different levels of fertilization is made. The impact of the test fertilizers on the yield of cabbage is taken into account.

Key words: Environment, Agriculture, Fertilizer, usage of organic fertilizers

Увод

Отрицателните последици за околната среда, свързани с прекомерната употреба на минерални торове в земеделието и най-вече на азотни торове в небалансиран режим на торене, са вкисляване на слабо буферни почви, замърсяване на повърхностни и подземни води с нитрати, нитрити и др. Това налага да се търсят варианти за замяна на азотосъдържащи торове необходими за развитието на културите с органоминерални торове.

В настоящият доклад са разгледани и анализирани резултатите от тригодишни полски експерименти, изведени в шахтови лизиметри при отглеждане на зелева култура. Целта на изследването е да се сравни влиянието на биотрансформиран органоминерален тор (в анулиран и прахообразен вид) върху баланса на основните хранителни макроелементи и на стандартните минерални торове при отглеждане на зеле. Ефективността на органомине-ралният тор върху развитието на растенията е свързано с процесите на минерализация на органичното вещество и превръщането на неусвоимите форми на основните хранителни вещества в усвоими.

Торът има следният състав: патешки тор, биомодифициран природен зеолит, органичен биокатализатор (продукт от биотрансформацията на високо хумусни материали) и активен ензимно-микробиален препарат на базата на полезни бактерии и микрофунги. Ниското съдържание на токсични елементи го характеризира като безвреден за околната среда.

Материал и методи

За изпълнение на задачата са изведен полски опити в опитното поле на ИММ при "Челопечене" на пет броя шахтови лизиметри. Площта на един вариант е 20 м^2. Общата площ на лизиметрите на опита е 100 кв.м. Лизиметрите са шахтови с дълбочина 2 м.

Варианти на полския лизиметричен опит:

I-ви вариант - почва наторена с амониева селитра с редуцирана торова норма -300 гр. на лизиметър или 15 кг/дка;

II-ри вариант - почва наторена с амониева селитра с нормална торова норма – 600 гр. на лизиметър или 30 кг/дка;

III-ти вариант - почва наторена с 8 кг /лизиметър с биотрансформиран органоминерален тор в прахообразен вид или 400 кг/дка ;

IV-ти вариант - почва наторена с 8 кг /лизиметър биотрансформиран органоминерален тор в гранулиран вид или 400 кг/дка ;

V-ти вариант – контрола – без торене

Опитната култура е ранно зеле сорт „Дитмарско" при схемата на засаждане по 5 зелки на ред при междуредово разстояние 0,40 x0,60 *m*. Всеки вариант е заложен в четири повторения. През време на отглеждането на зелевия посев са спазени всички необходими агротехнически мероприятия. Торенето с амониева селитра е извършвано през пролетта, а с органоминерална тор-през есента. При прибирането е отчетен добива. Напояването на зелето е извършено при спадане на почвената влага до 75-80% ППВ с размер на поливната норма $M = 30\ m^3/da$. Броят на подаваните поливки зависят от метеорологичните условия на годината.

По време на вегетацията са вземани за анализ почвени проби на две дълбочини, както и растителни за химичен анализ – макро и микроелементи преди залагане на опитите и след прибирането им. Провеждането на експерименталните изследвания и обработката на данните и анализа на получените резултати са извършени по разработени и утвърдени методики на ИПАЗР „Н. Пушкаров".

Резултати и обсъждане

Анализът на общото съдържание на хранителни елементи на биотрансформирания тор показва, че той е богат на макроелементи –**Таблица 1.** Изпитваните два органоминерални торове (гранулиран и на прах) не се различават по киселинност и реакцията на двата тора е слабо алкална. Количеството на внесения подвижен азот е ниско. По-високо е внесеното количество на подвижен фосфор и калий, но то не надхвърля 4 *kg/da*. Потенциалните количества на внесените хранителни вещества са по-високи, но тяхното действие ще се прояви след постепенното му минерализиране за период от няколко години, което от своя страна намалява до минимум риска от замърсяване на почвата и продукцията с макроелементи**.**

Таблица 1. Съдържание на макрелементи на органоминерален тор

№	Варианти	pH		*N*	*P*	*K*
		H_2O	KCL	%		
1.	Гранулиран	7,2	6,9	1,1	1,85	1,7
2.	На прах	7,1	6,8	1,1	1,83	1,7

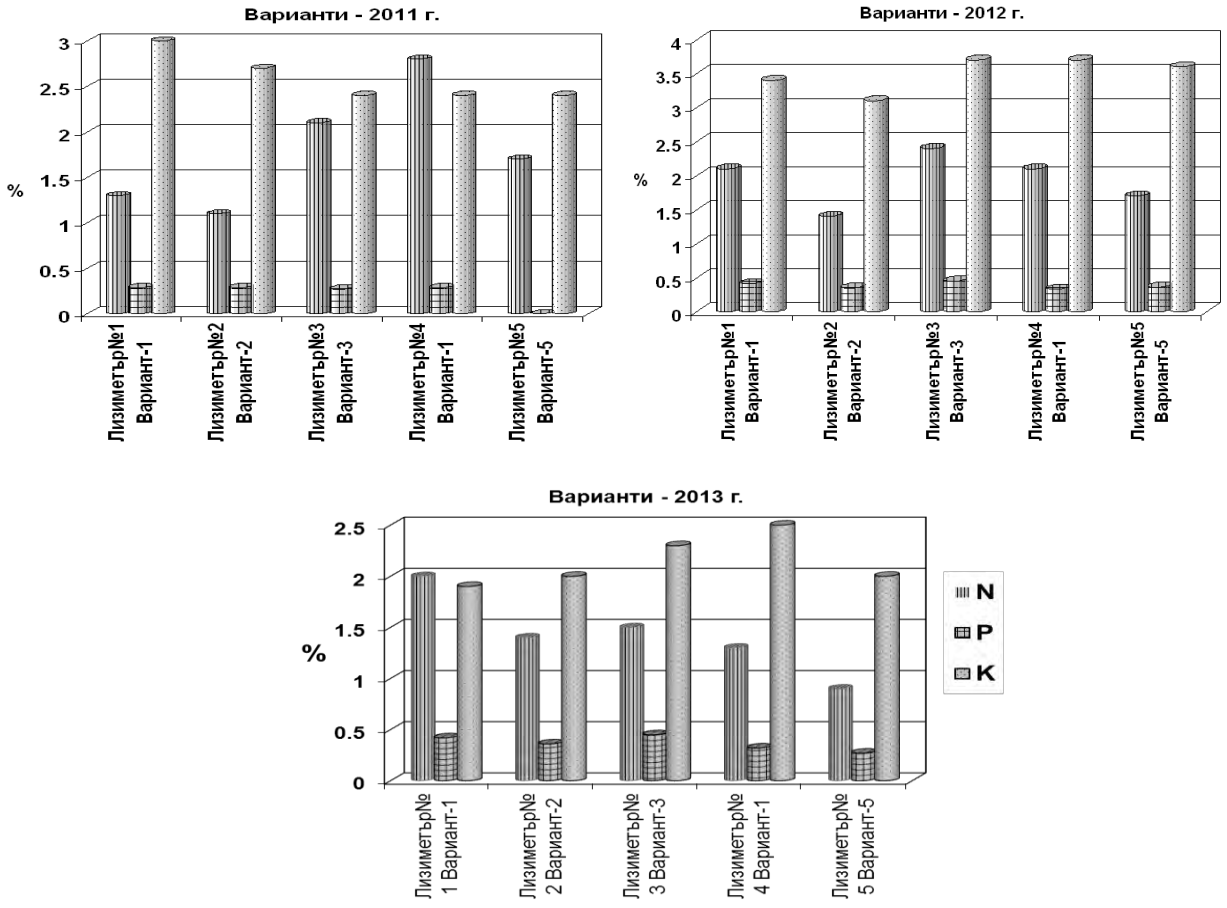
Общото съдържание на азот е еднакво в изпитваните торове – 1,1%. Количеството на внесения азот при торене с 400 *kg/da* е 4,4 *kg/da*. Общото съдържание на фосфор е еднакво в изпитваните форми торове – 1,8%. Внесения фосфор с нормата на торене на декар е 7,4 *kg/da*. Количеството на калия е 1,7%. за изпитваните торове, а внесения калий е 6,8 *kg/da*.

Растителният анализ на реколтата от зеле получена през 2011, 2012 и 2013 години е представен на фиг.1. От него се налагат следните изводи:

- Съдържанието на азот в зелевата реколта е най-високо в Лизиметър №3 и Лизиметър № 4, което се дължи на внесения допълнително органоминерален тор. Най-ниско е в Лизиметри №1, № 2 и е в дефицит спрямо нормалното.

- Съдържанието на фосфор е почти еднакво в почти всички лизиметри в границите на нормалното и през трите години. Най-високо стойност има в Лизиметъри №1 и №3, която е над допустимото за съдържание в растителната маса през втората и третата години. През първата година във всички лизиметри стойностите са близки до граничните за дефицит на фосфора.

- Като цяло съдържанието на калий е по-високо в Лизиметри № 3 и № 4 и през двете 2012 и 2013 години, но в границите на нормалното.



Фиг. 1. Съдържание на макроелементи в растителната продукция

Направен е баланс на основните хранителните елементи азот, фосфор и калий в растителната продукция зеле през трите изследвани години. В него като приходно перо са включени количествата подадени азот, фосфор и калий с внесените торове в kg/da. Като разходно перо се взема количеството изнесени с растителната продукция азот, фосфор и калий, необходими за развитието на зелето [Стойчева, Д.и др, 2011; Atanasova, E et al, 2007]. Получената разлика между прихода и разхода на елементите, показва какъв е балансът им в съответния вариант - положителен или отрицателен и съответно дали отглежданата култура зеле е изпитвала дефицит по отношение на даден елемент и доколко подадените торове са ефективни и подадените торови норми достатъчни. Анализът на данните от таблици № 2, 3 и 4 показва, че през първата година, балансът на прихода от внесения азот с торове и изнесения азот с растителата маса е отрицателен във всички лизиметри.Това се дължи на факта, че подадената торова норма азот е по-ниска през тази година и не може да задоволи нуждите на растението. От анализа на растителната продукция се вижда, че в Лизиметри № 1, № 2 и № 5 азота в тях е в дефицит. В останалите два лизиметра № 3 и № 4, балансът е положителен, което се дължи допълнително внесения азот с минералния и органоминерален тор. Съдържанието на азот в растителната продукция също е в границите на нормалното за тези два лизиметра.

Таблица 2. Баланс на хранителните елементи в растителната продукция през 2011 г.

Варианти	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс N, kg/da	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс P kg/da	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс K kg/da
	Азот			**Фосфор**			**Калий**		
Лизиметър №5 -контрола	0	3.91	**-3.91**	0	0.87	**-0.87**	0	9.01	**-9.01**
Лизиметър № 1 $N_{10}P_0K_0$	5	6.97	**-1.97**	0	1.84	**-1.84**	0	17.12	**-17.12**
Лизиметър №2 -$N_{20}P_0K_0$ kg/da	10	17.14	**-7.14**	0	2.37	**-2.37**	0	19.59	**-19.59**
Лизиметър №3 - $N_{10}P_0K_0$kg/da +400 kg/da органоминерален тор - праховиден	9.4	20.91	**-11.51**	7.4	2.02	+5.38	6.8	17.93	**-11.13**
Лизиметър №4 - $N_{10}P_0K_0$kg/da+400 kg/da органоминерален тор - гранулиран	9.4	11.94	**-2.54**	7.4	2.04	+5.36	6.8	16.86	**-10.06**

През втората година балансът на прихода от внесения азот с торове и изнесения азот с растителата маса е отрицателен в Лизиметър № 5, който е контролен вариант и не е торен. Това се потвърждава и от анализа на растителната продукция от който се вижда, че в Лизиметър № 5 азота в нея е в дефицит. В останалите лизиметри балансът е положителен, което се дължи допълнително внесения азот с минералния и органоминерален тор. Съдържанието на азот в растителната продукция също е в границите

на нормалното. През 2013 г. в Лизиметър № 1, който е с редуцирана норма на азот и Лизиметър №5, балансът на прихода от внесения азот с торове и изнесения азот с растителната маса е отрицателен. Това се потвърждава и от анализа на растителната продукция от който се вижда, че в тях азота в зелето е в дефицит. В останалите лизиметри балансът е положителен, вследствие на допълнително внесените торове.

Таблица 3. Баланс на хранителните елементи в растителната продукция през 2012 г.

Варианти	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс N, kg/da	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс P kg/da	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс K kg/da
	Азот			**Фосфор**			**Калий**		
Лизиметър №5-контрола	0	4.71	**-4.71**	0	0.92	**-0.92**	0	7.63	**-7.63**
Лизиметър № 1 $N_{10}P_0K_0$	10	8.25	+1.75	0	2.06	**-2.06**	0	18.26	**-18.26**
Лизиметър №2-$N_{20}P_0K_0$/da	20	16.55	+3.45	0	3.10	**-3.10**	0	25.52	**-25.52**
Лизиметър №3- $N_{10}P_0K_0$kg/da +400 kg/da органоминерален тор -праховиден	14.4	11.91	+2.49	7.4	1.87	+5.53	6.8	20.98	**-14.18**
Лизиметър №4- $N_{10}P_0K_0$kg/da+400 kg/da органоминерален тор - гранулиран	14.4	10.57	+3.83	7.4	2.24	+5.16	6.8	22.37	**-15.57**

Таблица 4. Баланс на хранителните елементи в растителната продукция през 2013 г.

Варианти	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс N, kg/da	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс P kg/da	Приход с торове,kg/da	Износ със зелето,kg/da	Баланс K kg/da
	Азот			**Фосфор**			**Калий**		
Лизиметър №5-контрола	0	14.45	**-14.45**	0	3.03	**-3.03**	0	13.73	**-13.73**
Лизиметър № 1 $N_{10}P_0K_0$	10	10.46	**-0.46**	0	2.69	**-2.69**	0	14.95	**-14.95**
Лизиметър №2-$N_{20}P_0K_0$/da	20	15.31	+4.69	0	4.59	**-4.59**	0	23.47	**-23.47**
Лизиметър №3- $N_{10}P_0K_0$kg/da +400 kg/da органоминерален тор - праховиден	14.4	10.13	+4.27	7.4	2.49	+4.91	6.8	19.49	**-12.69**
Лизиметър №4- $N_{10}P_0K_0$kg/da+400 kg/da органоминерален тор - гранулиран	14.4	8.02	+6.38	7.4	2.41	+4.99	6.8	17.82	**-11.02**

И през трите години балансът на фосфора от внесените торове и извлечения в растителната маса показва, че той е отрицателен в Лизиметър № 1, Лизиметър №2 и Лизиметър №

5, тъй като в тях през годината не е внасян фосфорен тор. В Лизиметър №3 и Лизиметър № 4, той е положителен, което се дължи на внесения органоминерален тор, който съдържа 7,4 kg/da Съдържанието на фосфор на горна граница в зелето в лизиметъри № 1 и № 2 се дължи на добрата запасеност на почвата в тези лизиметри с фосфор през вегетационния период. В растителната маса от Лизиметър № 3 е установена стойност на фосфора над нормалната, което се дължи на внесения органоминерален тор. Балансът на калий от внесените торове и извлечения в растителната маса показва, че той е отрицателен във всички лизиметри и през трите години, което се дължи на ниското съдържание на калий 6.8 kg/da в органоминералния тор. По-високо съдържанието в растителната продукция в Лизиметри № 3 и № 4 през 2012 и 2013 е следствие на добрата запасеност на почвата с него.

Изводи

Балансът на прихода от внесения азот с торове и изнесения азот с растителата маса е отрицателен във всички лизиметри през първата година вследствие от подадена ниска торова норма азот. През останалите години той запазва постоянен характер, като само в лизиметри № 5-(контрола) и №1 (с редуцирана норма на торене) е отрицатерен, а в останалите е положителен. По-високите стойности азот в лизиметъри №3 и №4 се дължат на допълнително внесения азот с минералния и органоминерален тор.

Балансът на фосфора от внесените торове и извлечения в растителната маса показва, че той е положителен и през трите години само в Лизиметър №3 и Лизиметър № 4, което се дължи на внесения органоминерален тор. В останалите лизиметри, балансът има отрицателни стойности. Съдържанието на фосфор в растителната продукция в тях е на горна граница, поради добрата запасеност на почвата през вегетационния период.

Балансът на калия от внесените торове и извлечения в растителната маса показва, че той е отрицателен във всички лизиметри и през трите години, което се дължи на ниското съдържание на калий в органоминералния тор. Калият в растителната продукция е в граници на нормалното съдържание, вследствие на добрата запасеност на почвата с него.

Използването на органоминерален тор при отглеждана култура зеле, оказва благоприятно влияние върху развитието му и добива като цяло. И през трите години добивът при торене с нормална торова норма на азотния тор е в порядъка на 180-200%. Добивът при торене с органоминерален тор е съпоставим с добива при торене с редуцирана норма на азотен тор и е в порядъка на 130-170%. При сравняване на двата варианта с биотрасформиран органоминерален тор се вижда, че при варианта с прахообразен тор има по-висок добив през първата година с разлика от 15%, което се дължи на по-бързото му минерализиране в почвата,тъй като при него контактната повърхност е по-голяма. През следващите две години добивите при органоминералния тор на гранули е по-висок с около 30%. Това се дължи на факта, че през втората и третата година минерализирането на този тор е в напреднала фаза.

Литература

Стойчева, Д., П.Александрова, И. Митова и др,.2011, Баланс на азота при отглеждане на различни зеленчукови култури на Алувиално-ливадна почва ва Южна България, Сп. Почвознание, агрохимия и екология, Х I .V, № 4, април, София.

Atanasova, E, Mitova,I., Dimitrov,I., Stancheva, I. 2007, Effekt of different fertilizer sources of quality of head cabbage. Journal of Applied Horticulture, 9(1);74-76.

МОДЕЛНИ ЕКОЛОГОСЪОБРАЗНИ СХЕМИ ЗА НАПОЯВАНЕ ЧРЕЗ ПРИЛАГАНЕ НА ВОДОСПЕСТЯВАЩИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ИНТЕНЗИВНИ ЗЕМЕДЕЛСКИ КУЛТУРИ

Нели Гаджалска, Весела Петрова-Браничева, Тодор Ташев
ИПАЗР „Н. Пушкаров“, София
E-mail: hmpushkarov@abv.bg

MODEL IRRIGATION SCHEMES BY APPLICATION OF WATER-SAVING TECHNOLOGIES IN INTENSIVE CROP FARMING

Nelly Gadjalska, Vesela Petrova-Branicheva, Todor Tashev
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The developed models are optimized for irrigation, essentially for some main intensive crops and vegetables in areas with drought conditions in Bulgaria, by applying water saving technologies and irrigation techniques, organization and management of the irrigation process. Based on economic indicators, the assessment of effectiveness of the application of each model in restoring irrigation systems, has made.

Key words: irrigation, drip irrigation systems, economic effect of irrigation

Увод

Ролята на напояването като адаптационна мярка и средство за ограничаване или предотвратяване на стресовото въздействие на засушаванията, водния дефицит и недостиг на вода за земеделските култури вследствие на климатичните промени, е да гарантира добивите и получаването на качествена растениевъдна продукция.

Необходимостта от промяна в цялостните технологии на земеделско производство, съобразно новите условия и потребности на земеделските култури, изисква разработване на оптимизирани модели на технологии за екологосъобразно напояване при използване на подходящи по вид и параметри водоспестяващи и енергоспестяващи техники, съобразени с биологичните потребностите на земеделските култури.

Получените досега резултати от използването на капковото напояване в практиката свидетелстват, че този метод като водоспестяващ е подходящ да се използва при площи с интензивни земеделски култури, особено при условия на воден дефицит и ограничени водни ресурси за земеделието. Тези насоки са приоритетни и в ПРСР за периода 2014-2020 година.

В отговор на това, са разработени модели за напояване на интензивни земеделски култури и зеленчуци при капково напояване на различни по размер площи, които могат да се използват при възстановяване на напоителните системи в страната.

Материал и методи

Разработени са адаптивни моделни схеми, на който са дадени основните параметри за устройство и използване на технология за повърхностно капково напояване при отглеждане на ябълки, праскови, лозя, ягоди и домати. Те са разработени за различни по размер площи–1 dca, 5 dca, 10 dca, 20 dca и 50 dca, като тези размери са определени, отчитайки най-често създаваните участъци от фермерите, участващи за субсидии в ПРСР.

За площите от 10 dca са разработени по два варианта, в зависимост от организацията на работа на системата и необходимите за дадения вариант капиталовложения. Разработените схеми са оразмерени технически и технологично. Оразмерено е необходимото техническо оборудване за различните по размер участъци – водоизточник, команден възел, включващ ел.помпен агрегат, филтри, тороподаващо устройство, фасонни части, довеждащ тръбопровод, поливни крила, капкообразуватели [Петков Пл и др.,2007], На базата на средна пазарна цена за 2014 г. са изготвени количествено-стойностни сметки за него при всички разглеждани схеми.

Изчислени са необходимите капиталовложения общо и на декар, необходими за определяне на ефективността от напояване.

Като критерии за оценка на ефекта от напояването на земеделските култури, е взет показателят „ **Допълнителен чист доход от напояването (ЧДдоп)”** [Давидов, Д., и др.2000].

Резултати и обсъждане

Разработени са адаптивни моделни схеми, на който са дадени основните параметри за устройство и използване на технология за повърхностно капково напояване при отглеждане на петте цитирани по-горе култури. Те са разработени за различни по размер площи в границите от 5 dca до 50 dca. Разработени са общо 25 схеми.

Разработените схеми са оразмерени технически и технологично, като за необходимото оборудване за различните по размер участъци са изготвени количествено-стойностнисметки и са определени съответните капиталовложения общо и на декар, необходими за определяне на ефективността от напояване.

За оценка на ефективността от напояване са разработени икономическите показатели по отглеждането на отделните култури при поливни условия на декар: общ добив, общи приходи, разходи по отглеждане: материални и трудови и разходи за напояване. Общият добив по култури е на база данни от дългогодишни изследвания на ИХМ и средни добиви, получени в други райони на страната. Използвана е и компютърна програма „Добив” на проф. Д. Давидов [Давидов, Д.,2013], в която са обобщени добивите при поливни и неполивни условия и е изчислен „Допълнителният добив от напояване”.

Общият приход е на база стоковите пазарни цени за периода на изследването.

Разходите по отглеждане на културите – *променливите*- материални и трудови са разработени въз основа на изготвени технологични карти за всяка култура. Определени са разходите за вода и ел.енергия, както и трудовите разходи за отглеждане на културата, вкл. напояването й. Определени са *постоянните разходи* – амортизационни отчисления, застраховки, лихви по кредити, мениджерски и непредвидени[Петрова Р.,1994]. Капиталните вложения за изграждане на системата за напояване са изчислени след оразмеряване и

остойностяване на съответното оборудване и тръбна мрежа и включеният труд за изграждане. Определени са разходите за амортизация на системата. Разходите за труд за изграждане на моделните участъци и извършване на поливния процес са въз основа на изследвания на ИХМ – София и нормативите за базови заплати [Банишка Н., В. Браничева,2014]. Изчислен е срокът на откупуване на поливната техника, който показва необходимите години за възвръшане на инвесициите. Изчислени са общият и допълнителният чист доход на фермера от напоявaната култура и е определен ефектът от напояването й.

При сравняването на отделните модели е установен ефекта от използването на поливната техника при различни по големина моделни участъци при капково напояване.

Анализът на получените резултати показва, че разходите на декар за отглеждане на културите, не зависят от размера на напоявaната площ. От нея се влияят разходите за труд, които са в зависимост освен от нея и от времето за подаване на поливната норма. При напояване на 1 dca, разходите за труд на декар са много високи, защото те са правопопорционални на продължителността на полива, т.е при поливане на 1, 5 или 10 dca, те може да са еднакви, ако часовете за подаване на поливата норма на дадена култура на тези площи са еднакви, в зависимост от организацията на полива.

Разходите за поливна вода са в пряка зависимост от водоизточника-повърхностен или подземен воден обект или от НС-ЕАД. Разликата между двата варианта достига до 80 lv/dca.

Разходите за ел. енергия при еднаква продължителност на полива значително намаляват при по-големи по размер площи. При сравнение на разходите за ел. енергия на еднакви по размер площи, от съществено значение е организацията на работа на системата. При тактова работа на поливните батерии, разходите се увеличават пропорционално на броя на им и продължителността им на работа.

Капиталните вложения на декар с увеличаване на обслужваната площ намаляват значително, което се дължи на високите капиталовложения за изграждане на командния възел на капковата система.

От получените резултати (*Таблица 1*) се вижда, че за изграждане на система за капково напояване на площ от1dca, независимо от отглежданата култура, те са в границите от 1163 lv/dca при праскови до 1282 lv/dca при домати и 1831 lv/dca при ягодите, като разликата се дължи на схемата на засаждане, респ. на тръбната мрежа. С увеличаване на площта, разходите за поддържане и амортизация на поливната техника на декар също значително намаляват, а това от своя страна води до намаляване на срока на откупуване на инвестицията. Например при лозята капиталните вложения за декар намаляват от 552 lv/dca при 5 dca до 345 lv/dca при 20 dca и тактова работа на системата. При доматите тези стойности на декар са съответно 479 lv/dca при 5 dca и 254 lv/dca при 20 dca.

Стойността на системата за капково напояване при отглеждане на доматите, прасковите и ябълките се откупува още през първата година, с изключение на площите от 1 dca, за които са необходими 2 години. При лозята и ягодите срокът на откупуване варира в зависимост от площта от 1 до 2 години при площи над 5 dca. При площ от 1 dca не е ефективно да се изгражда система за капково напояване.

При трайните насаждения (овощни култути, лозя и др.) допълнителният чист доход от напояването е изчислен за периода след встъпване в масово плододаване, което за повечето сортове ябълки, праскови и лозя започва през третата година от засаждането, за ягодовите насаждения през втората. Зеленчуковите култури реализират добив през първата година.

В представеният модел за отглеждане на средно ранни домати при капково напояване (*Таблицв № 1*) са използвани средни добиви за Хасковския район, който е представителен за отглеждане на тази култура. Средният добив в района е 4500 kg/dca и варират от 4080 kg/dca до 5725 kg/dca при поливни условия, а средният добив при неполивни условия е 447 kg/dca, който варира от 214 до 624 kg/dca. Получените добиви са за средно суха година. Допълнителният добив от напояването е 4053 kg/dca.

Таблица 1. Основните производствени разходи за отглеждане на ябълки, праскови, лозя, ягоди и домати и ефекта от напояването им, изразен чрез допълнителния чист доход

ЯБЪЛКИ	**1 dca**	**5 dca**	**10 dca**	**20 dca**	**50 dca**
Разходи за напояване на културата в lv./dca, (Рнап.)	261	185	121	86	80
Капитални вложения lv./dca	1202	443	373	320	372
Срок на откупуване на поливната техника	1,72	0.53	0.41	0.34	0,39
Допълнителен добив от напояване, кг/дка	824	824	824	824	824
Изкупна цена на продукцията, lv./kg	0.8	0.8	0.8	0.8	0,8
Допълнителния чист доход, в lv./dca (ЧДдоп)	398	474	538	574	575
ПРАСКОВИ	**1 dca**	**5 dca**	**10 dca**	**20 dca**	**50 dca**
Разходи за напояване на културата в lv./dca, (Рнап.)	223	154	105	100	70
Капитални вложения lv./dca	1163	405	334	289	343
Срок на откупуване на поливната техника	0.87	0.21	0.17	0.14	0.17
Допълнителен добив от напояване, кг/дка	1000	1000	1000	1000	1000
Изкупна цена на продукцията, lv./kg	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Допълнителния чист доход, в lv./dca (ЧДдоп)	1377	1446	1495	1500	1527
ЛОЗЕ	**1 dca**	**5 dca**	**10 dca**	**20 dca**	**50 dca**
Разходи за напояване на културата в lv./dca, (Рнап.)	156	106	80	70	70
Капитални вложения lv./dca	1239	552	486	345	414
Срок на откупуване на поливната техника	9.29	1.45	1.18	0,82	1.18
Допълнителен добив от напояване, кг/дка	290	290	290	290	219
Изкупна цена на продукцията, lv./kg	1	1	1	1	1
Допълнителния чист доход, в lv./dca (ЧДдоп)	134	184	205	220	220
ЯГОДИ	**1 dca**	**5 dca**	**10 dca**	**20 dca**	**50 dca**
Разходи за напояване на културата в lv./dca, (Рнап.)	287	189	181	177	103
Капитални вложения lv./dca	1831	912	738	641	622
Срок на откупуване на поливната техника	1,45	0.56	0.43	0.38	0,31
Допълнителен добив от напояване, кг/дка	750	750	750	750	750
Изкупна цена на продукцията, lv./kg	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Допълнителния чист доход, в lv./dca (ЧДдоп)	-53	886	1081	1172	1275
ДОМАТИ	**1 dca**	**5 dca**	**10 dca**	**20 dca**	**50 dca**
Разходи за напояване на културата в lv./dca, (Рнап.)	198	132	85	118	
Капитални вложения lv./dca	1282	479	426	254	

Срок на откупуване на поливната техника	1.38	0.45	0.39	0.24	
Допълнителен добив от напояване, kg/dca	4053	4053	4053	4053	
Изкупна цена на продукцията, lv./kg	0.6	0.6	0.6	0.6	
Допълнителния чист доход, в lv./dca (ЧДдоп)	2234	2299	2346	2313	

В представения модел за отглеждане на лозя при капково напояване са използвани средни добиви за Ямболския район. Средният добив в района е 1000 kg/dca при поливни условия, а при неполивни условия е 710 kg/dca. Допълнителният добив от напояването е 290 kg/dca.

При модела за отглеждане на ябълки са използвани средните добиви за района на Кюстендил. Средният добив в района е 2124 kg/dca при поливни условия, а средният добив при неполивни условия е 1300 kg/dca. Допълнителният добив от напояването е 824 kg/dca.

В представения модел за отглеждане на праскови при капково напояване са използвани средни добиви за Сливенския район. Средният добив в района е 1740 kg/dca при поливни условия, а средният добив при неполивни условия е 1000 kg/dca. Допълнителният добив от напояването е 740 kg/dca.

При определяне на общия чист доход при ягодите са използвани средните стойности на добива на ягоди за страната при поливни условия 1200 kg/dca и при неполивни условия 450 kg/dca. Допълнителният добив от напояването е 750 kg/dca. Изкупната цена на стоковата борса е 2,90 lv/kg ягоди, отглеждани на открито.

Изчисленият „допълнителен чист доход от напояването", който е основен критерий за ефективността от отглеждане на земеделските култури при поливни условия, се определя от разликата на общия чист доход при напояване и общия чист доход без напояване.

От таблицата се вижда, че при всички култури без доматите допълнителният чист доход от напояване се движи в границите от 400 до 575 lv/dca при ябълките; от 1377 до 1527 lv/dca при прасковите и от 134 до 220 lv/dca при лозята. При доматите общият чист доход без напояване има отрицателна стойност, поради получаващия се нисък добив и сравнително големите производствени разходи за отглеждане на културата.

При ягодите допълнителният чист доход при площ от 1 dca е отрицателна стойност, защото първоначалните производствените разходи за отглеждане на културата са по-големи от реализираната печалба при неполивни условия. С нарастване на площите допълнителния чист доход започва да расте от 886 lv/da при 5 da до 1275 lv/da при 50 da.

Изводи

Стойността на системата за капково напояване при отглеждане на доматите, прасковите и ябълките се откупува още през първата година, с изключение на площите от 1 dca, за които са необходими 2 години. При лозята и ягодите срокът на откупуване варира в зависимост от площта от 1 до 2 години при площи над 5 dca. При площ от 1 dca не е ефективно да се изгражда система за капково напояване.

Ефектът от напояването изразен чрез «допълнителният чист доход», който се реализира при напояваните модели варира от 400 lv/dca до 580 lv/dca при ябълките; от 1380 до 1530lv/dca

при прасковите и от 130 до 220 lv/dca при лозята. При ягодите той е от -50 lv/dca до 1280 lv/dca при различните модели При доматите «допълнителният чист доход» е от 2230 lv/dca до 2350lv/dca, тъй като при неполивни условия отглеждането на домати е нерентабилно.

Разработените адапивни моделни схеми за напояване на интензивни земеделски култури (ябълки, праскови, лозя, домати и ягоди) при условия на засушаване и недостиг на вода за напояване, чрез прилагане на водоспестяващи технологии за напояване.

Практическата полза от така разработените модели е значителна, тъй като посочените в тях цени, текущи разходи и доходи, могат да се прилагат директно като подход при планиране на производството, при който в зависимост от конкретните условия в земеделското стопанството, могат да се разработват бюджетите и се проектира дейността им.

Литература

Банишка Н., **В. Браничева.** 2014. Икономическа ефективност при използване на системи за капково напояване. Юбилейна международна научно-техническа конференция 65 год. ХТФ и 15 год. Немско езиково обучение, 6-7.11.2014 г.

Давидов Д. 2013. Усъвършенствана компютърна програма „Добив" за изчисляване на „Допълнителният добив от напояване".

Давидов Д., и др. 2000. Методически указания за аграрикономическа и техническа оценка на ефективността на изградените поливни площи на микро ниво, МЗГ.

Петков Пл. и др. 2007. Прилагането на Добрите практики за напояване на земеделските култури- важно условие за постигане на устойчиво земеделие и управление на водите в България , Водно дело, кн.1/2, с.10-17.

Петрова Р. 1994. Studies on sprinkler, gravity and drip irrigation of tobacco, 17th European Regional Conference on Irrigation and Drainage, Proceedings, vol.2, p.317-324.

ПЛОДОРОДИЕ НА ПОЧВАТА В УСЛОВИЯТА НА БИОЛОГИЧНО ЗЕМЕДЕЛИЕ ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА СИСТЕМА ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ

Илияна Герасимова, Тотка Митова, Иван Димитров
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: *ilianich_ilieva@abv.bg*

SOIL FERTILLITY IN TERMS OF ORGANIC FARMING IN APPLYING A SYSTEM OF AGROTECHNICAL DECISIONS

Iliyana Gerasimova, Totka Mitva, Ivan Dimitrov
N. Pushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Organic farming is important strategic field in agriculture due to its importance for social and economic development of regions, for the production of quality agricultural products with high biological value, to protect the health of humans and animals without environmental pollution. The aim of this paper is to establish the role of main agrotechnical decisions for soil fertility management of the Chromic Luvizol, slightly eroded in organic crop rotation. The results show that the applied agrotechnical measures, maintain in relatively good condition of the main soil physical and agrochemical parameters, the green manure creating condition the maintenance a good soil moisture depending on the weather condition of the year.

Key words: organic farming, cover crops, physical and agrochemical parameter

Увод

Особеностите на биологичното производство, при което не е разрешено използването на минерални торове за покриване отрицателния баланс на хранителните елементи в почвата, изисква да се прилагат практики за подържане на естественото почвено плодородие с по-голямо внимание в сравнение с конвенционалното земеделие.

Научни резултати показват, че сеитбообращенията с участие на бобови култури, зеленото и органично торене, междинните култури, заедно със системите с редуцирана обработка на почвата и правилното използване на растителните остатъци имат доказан положителен ефект върху показателите на почвеното плодородие при тези системи. (Митова. Т; 2009, Нанков, Вуткова, 2010, Hababi A. et all., 2013, Skuodiene R. et all., 2012). Съществуват и данни, според които няма ясно доказана разлика между стойностите на почвените параметри при органично и конвенционално земеделие (van Leeuwen J. P., et all., 2015), което изисква интензифициране на научните изследвания при различни практики и почвено-климатични условия.

Целта на настоящето изследване е да се установи ролята на основни агротехнически решения (структура на културите в сеитбообращението, междинни култури за зелено торене или органично торене, механични операции за борба с плевелите) за управление на почвеното плодородие на Излужена канелена горска почва, слабо ерозирана в условията на биологично земеделие.

Материал и методи

Изследването е проведено през периода 2011-2013 г в опитно поле Суходол, Софийско на ИПАЗР "Н.Пушкаров". Почвата е Излужена канелена горска почва, слабо до средно ерозирана, слабо кисела, слабо запасена с азот и фосфор (общ N 0.107 – 0.157%, общ P 0.066 – 0.080%), добре запасена с калий, тежко песъкливо-глинест механичен състав (47.9-56.8% частици <0.01mm), съдържание на хумус 1.8/2.6 %.

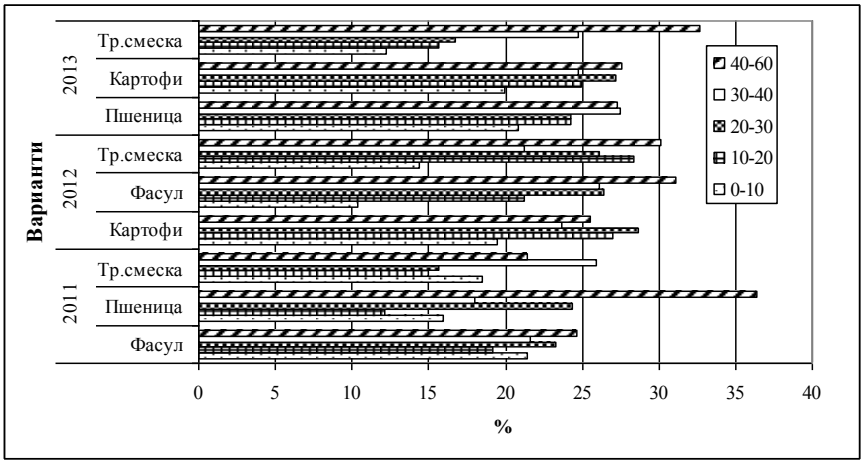
Изследваните почвени параметри са определени в триполно сеитбообращение (1-во поле зелен фасул, 2-ро поле тритикале/пшеница и 3-то поле смеска (ръж+грах за зелено торене –картофи), с включване на предкултури за зелено торене в полето на картофите, както и органично торене с оборски тор в полето на фасула. II-ро сеитбооборотно поле е разделено на два сектора заети съответно с пшеница и тритикале. Житно-бобовата смеска за зелено торене е засята през есента и заоравана рано на пролет преди засаждането на картофите. Приложени са механични операции за борба с плевелите, в зависимост от културите в сеитбообращението. През 2010г, като клин в сеитбообращението, е включено многогодишно тревно поле (червена власатка+еспарзета) за възстановяване структурата на почвата при по-големия брой на механизирани операции за борба със заплевеляването. Всички култури и житно-бобови смески са отглеждани съгласно стандартите на биологичното земеделие.

Изследвани са основни физични и агрохимични параметри: pH в KCl; минерален азот по Kjeldahl, фосфора- колориметрично (метода на Петко Иванов, 1984), калия- чрез пламъчен фотометър, органичния въглерод (ОС)- по модифициран метод на Тюрин и Кононова. Промените в стойностите на минералния азот (NH_4 и NO_3), подвижните форми на фосфора (P_2O_5) и усвоимия калий (K_2O) са определяни периодично през вегетацията. Почвените проби за агрохимичен анализ са взети на дълбочина 0-20 cm до 20-40 cm. От физичните параметри са определени почвената влага - по тегловния метод послойно през 10 cm до дълбочина на 60 cm; твърдостта (съпротивление на проникване) - чрез твърдомер с падаща тежест с ъгъл от 30° през интервал от 5 cm до 40 cm дълбочина (kg/cm^2) и обемната плътност (g/cm^3) е определена по метода на Качински на дълбочина до 40 cm и интервал от 10 cm.

Резултати и обсъждане

През периода на изследване се установи динамично променяне на изследваните параметри - моментно съдържание на влага, обемна плътност и твърдост на почвата (фиг.1). Съдържанието на почвена влага е лимитиращ фактор за развитие на отглежданите култури. През пролетта на 2011г. е отчетено съдържание на влага в почвата от 60 -80% от ППВ. Състоянието на гребениста повърхност през зимно-пролетния период, след проведена оран на дълбочина 22-25 cm, води до нарастване на влажността на почвата средно за слоя 0-60 cm с около 5%. Разликите в съдържанието на влага в слоя 10-40 cm са добре доказани статистически. В условията на средно суха година, съдържанието на влага по време на вегетация на пролетните култури (зелен фасул) и по време на зреене на пшеницата е с минимално понижение спрямо установените стойности през пролетта. По- ниско е съдържанието на влагата в почвата

в полето заето със зелен фасул, което се обеснява с по-големия разход при усилената вегетация на културата и загуба в следствие на междуредовата обработка.



Фиг.1. Съдържание на почвена влага (в тегловни %) през вегетацията на културите

При зимните житни култури (пшеница и тритикале) намалението на влагата е в повърхностния слой и в по-дълбоко разположените слоеве 30-60 cm, което се обеснява със засиленото изпарение при високите температури и капилярното покачване на влагата. През 2012г. пролетното влагозапасяване е почти идентично с предходната година. По време на вегетацията на културите е установено по-високо съдържание на влага в сеитбообортното поле на картофите от 2,24-5,81%. Със заораване на зелената маса от смеската се създават условия за поддържане на по-добър влажностен режим, особено това важи в периода на по-късна вегетация. През пролетта на 2013г. е установено добро съдържание на почвена влага, което средно за почвения профил 0-60 cm е 75-82% от ППВ. Изключение прави само повърхностния слой - 0-10 cm, където в следствие на повишената температура има известно просъхване. При многогодишните треви се установява по-ниско съдържание на влага в слоя 20-40 cm, което се дължи на известно уплътняване и затруднено придвижване на влагата от дълбочина към повърхността.

Твърдостта на почвата (съпротивление на проникване) също е важен физичен параметър, неразривно свързан с промените във влажността и сложението на почвата. (Табл. 1). През 2011г. отчетените стойности са в границите на оптималните, при които няма риск за възпрепятстване проникването и функциите на корените на културните растения. Установено е, че твърдостта в слоя 5-15 cm , във варианта с житни култури, е средно с 15,50 kg/cm^2 по-висока в сравнение с установената в сеитбооборотното поле със зелен фасул. Тази разлика се обяснява с факта, че за житната култура е извършена плитка обработка, докато при зеления фасул обработката е плужна оран, която поддържа в по-оструктурено състояние орния слой. През 2012г. отчетените стойности за твърдост на почвата са по-ниски в сравнение с предходната година, което показва, че е запазено доброто сложение на почвата. Очертава се обща тенденция за по-ниски стойности в орния слой при варианта с картофи, като в слоя 10-30 cm разликите са

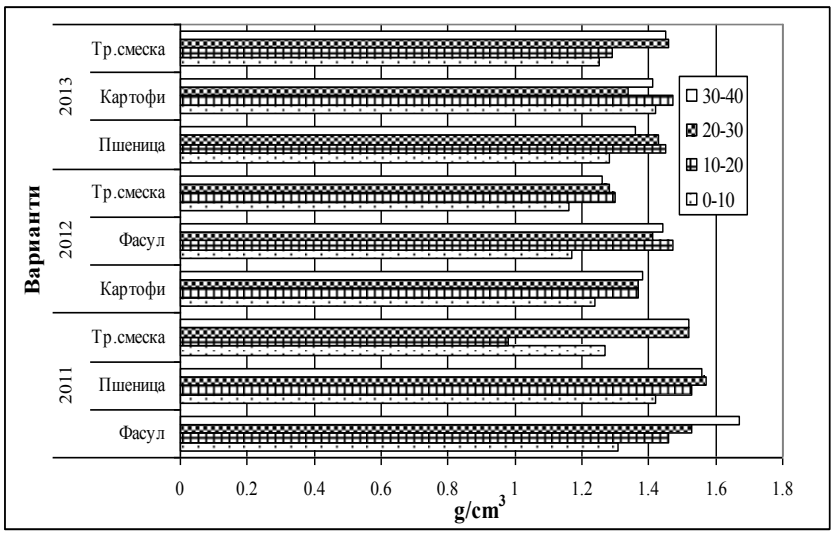
статистически доказани спрямо варианта със зелен фасул. Твърдостта на почвата е по-висока през 2013г. в сравнение с предходната година, но разликите не са статистически доказани. По дълбочината на профила от 0-40 cm измерените стойности са в границите на оптималните. При варианта с картофи за слоя 0-25 cm, твърдостта е от 5,29 – 9,90 kg/cm^2 по-ниска спрямо сеитбооборотното поле с житна култура (пшеница), като тези разлики се дължат на вида на приложената обработка. Установената тенденция е, че прилаганите агротехнически мероприятия не влошават, а поддържат в относително добро състояние основните параметри, характеризиращи физичното състояние на почвеното различие.

Таблица 3. Твърдост на почвата в kg/cm^2 през вегетацията на културите

Години	**Варианти и култури**	**Дълбочина на слоя в cm**							
		0-5	**5-10**	**10-15**	**15-20**	**20-25**	**25-30**	**30-35**	**35-40**
2011	зелен фасул	8,96	27,84	55,69	55,94	55,69	42,48	40,12	50,5
	Пшеница/ тритикале	15,57	50,97	62,30	48,14	49,08	52,39	60,42	66,55
	тревни смески	15,34	31,45	51,52	66,85	61,83	72,57	81,58	87,91
2012	картофи	14,63	19,82	14,63	17,94	17,94	21,71	34,46	31,15
	зелен фасул	6,14	26,43	32,10	40,59	41,06	43,60	32,10	28,79
	тревни смески	14,16	31,15	50,5	64,19	95,34	83,54	74,58	59,94
2013	Пшеница/ тритикале	12,27	28,32	42,01	46,25	50,5	43,89	32,57	33,04
	картофи	2,83	18,41	36,82	36,34	45,31	42,48	44,84	42,01
	тревни смески	19,82	20,29	28,79	48,62	52,86	56,17	58,06	60,42

Обемната плътност е един от най-често измерваните параметри, преди всичко като индикатор за наличието на почвено уплътняване. Получените резултати потвърждават данните от други изследвания по отношение на неговата промяна и доказват, че обемната плътност е най-динамично променящия се физичен параметър (Фиг.2).

Обемната плътност определена през вегетацията на отглежданите култури през 2011 г. е с високи стойности, въпреки сравнително доброто съдържание на влага в почвата. Стойностите показват тренд на нарастване от повърхността към най-дълбоките слоеве. Стойностите са най-високи в слоя 30-40 cm (1.67 g/cm^3 при зеления фасул и 1,56 g/cm^3 при варианта с пшеница), а по-съществени са разликите между измерените стойностите в сеитбооборотното поле на зеления фасул и това с житна култура в слоя 0-20 cm. През 2012г., в следствие на проведените обработки и доброто овлажняване на почвата в орния слой, през вегетацията на културите е отчетена обемна плътност с по-ниски стойности спрямо предходната.



Фиг. 2. Обемна плътност на почвата (g/cm^3) през вегетацията на културите

За целия изследван почвен профил 0-40 cm, дори и в най-дълбоко разположения слой, обемната плътност е в границите на оптималните стойности до 1,40 g/cm^3. В сеитбооборотното поле с картофи провеждането на по-дълбока обработка води до понижаване стойностите на обемната плътност в слоя 10-30 cm, като за слоя 10-20 cm разликата е статистически доказана. През третата година на изследване в резултат на правилно проведените агротехнически мероприятия, обемната плътност се запазва в сходни граници, въпреки по- ниската влажност на почвата през вегетацията. Изключение правят само стойностите за слоя 10-20 cm при варианта с картофи.

Таблица 2. Агрохимични показатели отчетени през вегетацията на културите

Години	Варианти и култури	Дълбочина на слоя в см	pH (KCl)	N	P_2O_5	K_2O	Хумус
2011	пшеница	0-20 20-40	4,8 4,7	31,9 25,7	9,3 1,5	32,9 27,5	2,76 1,32
	тритикале	0-20 20-40	4,6 4,5	33,1 40,6	8,2 1,7	31,2 26,8	2,25 1,56
	зел.фасул	0-20 20-40	5,4 4,9	35,4 34,2	11,8 5,7	35,5 31,5	2,70 2,08
	тревни смески	0-20 20-40	4,3 4,4	33,1 33,1	4,0 0,2	21,5 18,1	2,02 1,11
2013	пшеница	0-20 20-40	5,3 5,1	22,5 19,6	7,3 1,6	23,1 21,2	3,35 2,30
	картофи	0-20 20-40	4,7 4,7	26,5 27,1	9,6 7,2	18,5 13,7	2,87 2,45
	тревни смески	0-20 20-40	4,3 4,4	22,5 21,3	3,5 1,0	17,0 13,0	2,54 2,17

Агрохимичните фактори са определящи за нивото на почвеното плодородие. През първата година на изследването в резултат на разораването на растителните остатъци и прилагането на торене с оборски тор се установява нарастване на подвижните форми на азот и на усвоим фосфор, докато съдържанието на калий е близко до първоначалното. В слоя 0-20 cm съдържанието на минерален азот (NO_3 и NH_4) е 31,9 mg/kg почва, а на фосфорът- 9,3 mg/100g почва при пшеницата и по-ниско при тритикалето. В сеитбооборотното поле с фасул азотът е с 4,4 mg/kg почва в повече от отчетения при житните култури, а усвоимият фосфор с 2,5 mg/100g. Нарастването на азота се дължи на азотфиксиращата дейност при бобовата култура. При тревната смеска количеството на усвоимите форми на макроелементите заема междинно положение, което се обеснява с наличието на бобов компонент. През следващата 2012 г. не са установени съществени разлики, а през третата се установява намаляване на запасите на усвоими форми на макроелементите, което е най-силно за азота. Това намаление се обеснява с износа на хранителни елементи с получените от предшествениците добиви и непълното разлагане на растителни остатъци, основен източник на хранителни елементи, заедно със зеленото и органично торене. Намалява и съдържанието на K, особено в полето на картофите (13 mg/100 g почва), поради специфичното му усвояването от картофите. Независимо от тези промени, запасеността на почвата е по- добра в сравнение с началото на изследването (Табл.2).

Заключение

Изследваните почвени параметри зависят, както от културите в сеитбообращението, така и от климатичните особености на годините на изследавне. Прилаганите агротехнически мероприятия поддържат в относително добро състояние основните параметри, характеризиращи физичното състояние на почвеното различие, запасеността на почвата с основните хранителни елементи е по- добра в сравнение с началото на изследването. Със заораване на зелената маса от смеската се създават условия за поддържане на по-добър влажностен режим, особено това важи в периода на по-късна вегетация.

Литература

Митова,Т., С.Русева, И.Димитров. 2011. Качествени параметри на излужена канелена горска почва при биологично управление. Оценка на основни физични параметри. Сборник доклади „100 години почвена наука в България”, 596-600, Национална конференция с международно участие, 16-20 май 2011,София.

Митова.Т., Р.Донкова. 2014. Междинни култури за зелено торене в биологичните сеитбообращения. Земеделие плюс, 7-9.

Митова, Т. 2009. Изследвания върху ролята на култури за зелено торенев органични сеитбообращения 2. Влияние на редуването на културите и зеленото торене върху заплевеляването. VII Национална конференция с международно участие „Природни науки”, 25-28 Септември 2008г, Варна,Годишник Шуменски Университет „Епископ Константин Преславски”,т.XIX, В3 стр. 18-28.

Hababi A., A. Javanmard, S.B. Mosavi, M.Rezaei, N. Sabaghnia. 2013. Effect of green manure on some soil physicochemical characteristics. International Journal of Agronomy and Plant production. V. 4 (11), 3089-3095.

Skuodiene R., R. Nekroŝiene, R. Repŝiene. 2012. Residual effects of perennial grasses as green manure on soil agrochemical properties and spring barley. Agriculture, v. 99, 3, p. 237-246.

Van Leeuwen J. P., T. Lehtinen, G.J. Lair, J. Bloem, L. Hemerik, K. V. Ragnarsdottir, G. Gisladottir, J.S. Newton, P. C. de Ruiter. 2015. En ecosystem approach to assess soil quality in organically and conventionally managed farms in Iceland and Austria. Soil, 1, 83-101.

AGROFORESTRY IN BULGARIA AND OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT AS A METHOD OF LAND USE

Vania Kachova*, María Rosa Mosquera-Losada**
**Forest Research Institute – BAS, Sofia*
***University of Santiago de Compostela - President of EURAF*
E-mail: vaniakachova@gmail.com

Abstract

Agroforestry is a traditional but modern method of land use, which is particularly suitable in today's economic crises and climate changes. Successes, in Bulgaria, have been achieved in the construction of agro-forestry systems such as: Agricultural use in plantations; Protective forest belts; Forest-grassland complexes; Specialized plantations of tree species. The development of forest farming is particularly suitable and promising agricultural system. Future priorities are related to: a production of high-quality wood and forest bio-products; stimulation of forestry-pastoral farming; construction of protection forest belts and plantations for biomass. Clear formulation of objectives in the current and future development programs of the agricultural sector in Bulgaria and the mobilization of expertise and financial resources are necessary for development of agroforestry as modern methods of land use.

Key words: agroforestry systems, forest belts, forest-grassland complexes, forest farming

Introduction

The modern agriculture conditions are deeply affected by global climate and human impacts, energy and resource crises, decline in incomes of large groups of people, unemployment and social cataclysms, and at the same time by continuously increasing of demands for food, agricultural products, and wood as an alternative energy resource and as raw material for a high number of industries. The “greenhouse effect” and associated climate changes also impose concepts like „green economy", “intelligent management” of land resources and smart farming while stopping biodiversity losses and deforestation. The new flagship EU strategy: “Europe 2020" puts the main task to achieve "smart, sustainable and inclusive" growth. All this requires the search for new solutions and approaches also related to the field of agriculture and forestry, by which the modern economic and environmental needs and strategic goals should be met. Agroforestry are both traditional and modern systems of land use in which consciously are integrated trees and shrub vegetation with agricultural crops and pasture and/or animals and whereby the environmental and economic benefits can be achieved for land owners and society as whole. Precisely such benefits are sought for, in the modern world. It is an appropriate method for a land management, that can boosts the incomes of engaged in the production whilst improve the environmental conditions (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009). This is a unique agricultural practice by which we can fulfil economic objectives, natural resources preservation and social acceptability (Gold et al., 2013; Burgess, 1999). In this sense, it is a system for a sustainable land management (Mosquera-Losada et al., 2009). By this method, we can obtain a total increase biomass output per unit of area, a better preserved and improved soil fertility and a large number of environmental benefits. This benefits are reached thanks to the optimization of the resource use, with a better balance

of nutrients in the system, carbon sequestration to mitigate climate change, better use of water in the system, greater biodiversity, providing more and better habitat for animal species, soil quality, protection against erosion, regulation of the water cycle, increase of local water use due to improved micro-climatic conditions and increasing resilience (better prevention against torrential waters among others) (Garret et al., 1994; Rigueiro-Rodróguez et al., 2009; Nair et al., 2009; Stancheva et al. 2015). These advantages of agroforestry in the agro-ecological, socio-economic and innovative plan gave the grounds to be recommended for development in Europe as a modern method of land use by the Common Agrarian Policy (Regulation 1305/2013 and 1307/2013).

Bulgaria has traditions in the development of agroforestry systems: agricultural use of plantations; protective forest belts; forest-grassland complexes; specialized plantations for tree biomass production (Peev and Hinkov, 2002, Yakimov et al., 2003, Marinov et al., 2003, Stancheva et al., 2004). Particularly suitable and promising is the development of forest farming (Stancheva et al., 2015). Priorities can be directed to such agroforestry systems, which are connected with high value wood production, forest plantations for biomass, stimulation of the production of forest non-wood and bio-products, silvopasture. This in turn requires an introduction of "good practices", innovative management, technology solutions and mobilization of a broad expertise and financial capital.

This article will review the main agroforestry practices in Bulgaria, which have shown their profitability and suitability to the environment, and the opportunities for development of agroforestry in Bulgaria in dependence with the objectives of the Common Agricultural Policy (CAP). Available financial opportunities are also being discussed. This papers will be focused on reviewing the last research findings of already existing agroforestry systems and practices in Bulgaria and will be focused on the analysis of the economic, environmental and social benefits of AF implementation in this country. The relevant needs for future development of agricultural policies as solutions to the current economic and environmental crises affecting agriculture and forestry are also discussed. The main source of information is scientific publications on the theme, researches and concepts of scientific workers in Bulgaria working on these issues. The method of analysis on the available literature and documentation are being used and opinions and views of the authors are being expressed.

Discussion

Agroforestry land use in Bulgaria

One third of the Bulgaria territory (11 million oh ha) are covered by forests, 97.3 percent of which are public. Coniferous forests cover 33.1% of the total wooded land, being represented by 66.9 % by deciduous forests. Most prominent coniferous species are *Pinus sylvestris, Pinus nigra, Picea excelsa, Abies alba* and *Pinus peuce,* while deciduous are *Fagus sylvatica, Quercus* spp, *Populus* spp, *Fraxinus* spp. About 86.4 percent of the total forested area is destined for wood-production cover; the remainder has protective or recreational functions.

The National Development Programme: Bulgaria 2020 (2012) identifies the CAP as a decisive factor for the development of Bulgarian Agriculture and to overcome low competitiveness and insufficient market orientation of farms in Bulgaria.

In Bulgaria, there are known successful forms of implementation of agroforestry as a science and practice in the traditional management of Bulgarian forest and agricultural lands. Good practices have been achieved in the implementation of **Agricultural use of plantations** as silvoarable agroforestry practices. Agricultural crops have been grown together with young tree species in the intercrops, or by sown crops in areas before afforestation. Particularly suitable are poplar trees, as good results were achieved in their cultivation with sunflower; cabbage; corn, cabbage, pepper and eggplant; with melon and squash; a cauliflower; wheat; beans; etc., and there were good results in jointly growing of oak, walnut and alder plantation with corn (Yakimov et al., 2003). Nitrogen-fixing plants (clover, lucerne, peas etc.) have been used widely, for enhancing of the growth of woody plants at young ages. It was achieved an increase of the output, owing to better extraction of nutrients and water from the deeper root system of the trees; an reduction of the costs of arboricultural measures – hoeing, nourishing, watering; better resistance against crop diseases and pests; an realization of additional income due to increased diversity of the products (Yakimov et al., 2003; Stancheva et al., 2015). This agroforestry system is combined well with *Organic production of agro-products* especially in clean mountain areas. Another very important for our country agroforestry practice is **Protected forest belts**. By using protected forest belts, extremely good environmental benefits have been achieved: wind protective effect (reduction of wind speed by 30-40%); an reducing of soil evaporation by up to 40%; increasing relative humidity up to 16%; an reductions in daily temperature amplitudes up to 3 ° C in the surface air layers; an increase the duration of snow retention etc., and subsequent economic benefits for society: an increase of agricultural yields by up to 30%; an enhancing the soil moisture up to 10% and an overall improvement of soil fertility; quality of agricultural production; crop protection against insects and pests by settlement of suitable birds in the belts etc. (Peev, 1989; Peev and Hinkov 2000, 2002; Yakimov et al. 2003). Similar good results of forest belts use were described in Hungary (Tackas and Franck 2009). Currently, there are over 9000 ha forest shelterbelts and most of them in northeastern Bulgaria – the “granary” of Bulgaria, but with very strong winds. They perform the main purposes - protection from strong winds and improving the microclimate conditions. Generally an increase in the yield of agricultural production without lowering its quality (sunflower, corn, water melon etc.), has been shown (Peev and Hinkov, 2000). The main issue when applying this agroforestry practice is connected with the competition among species for nutrients and water, some roots excludes and substances with allelopathic effect (Stancheva et al., 2015). In relatively large scale in the country have been established **Forestry-pasture complexes** or silvopasture practices, in which the tree and shrub species are combined with forage ("grass mixtures", etc.). These areas are used for free grazing of animals. Through the created forest grassland complexes organic livestock breeding (horses; sheep, cattle, etc.) are developed; a balance in animal nutrition are achieved; an additional timber production are realized; and therefore an economic efficiency, environmental friendliness and social benefits to society are attained (Marinov et al., 2003; Stancheva et al., 2000).

Modern Agroforestry practices

In relation with the energy crisis, the recently raise of prices of conventional fuels and overcoming the reliance to them, as well as in regard to climate change, a particular attention

has been placed on the creation of **specialized plantations of tree species**. Along with all the environmental and social benefits provided through these plantations, by their creation, abandoned areas could be used to achieve good income and cover the energy needs for the entire farm (Milev, 2013). A number of experimental plantations with different fast-growing tree species have been created (Gyuleva, 2008; Gyuleva et al., 2012, 2013). Increasing demands of wood, especially round wood for heating and for production of cellulose products clearly support these time of plantations. The recent price trends in global markets for fuel products supports to priorities industrial plantations with fast-growing trees, which are able to use water in a highly efficient way but also needs fertilization and control of weeds and pests (Vasev, 2002). **Specialized plantations of tree species** are usually associated with high initial investments (Stancheva et al., 2015).

There are serious achievements in Bulgaria in the cultivation of high value trees like those related with the fruit productive forest trees, most of which are with valuable wood. Such forest plantations of fruit bearing trees have been created with ordinary walnut (*Juglans regia*), significantly less by hazel (*Corylus avellana*) and almond (*Amygdalus communis*), and also plantations with wild cherry, rowan and others. In a part of the walnut trees, whose area amounted by about 7 000 ha are showing some problems connected with physiological thinning, drying, diseases etc., and they need from appropriate forestry, agro-ameliorative and agronomic measures and techniques for application (Alexandro et al., 2001). This is particularly urgent, because walnuts (*Juglans regia*) formed sustainable agroforestry systems and walnuts are desired species due to the high price of wood and the high incomes from fruit (Glushkova et al., 2008). **Forest farming,** such as agroforestry practice in which natural and artificial tree and shrub vegetation are combined with business activities and besides wood some other products are obtained for human consumption and for industrial processing. Such products are: oil crops, wild mushrooms, herbs, medicinal plants, forest fruits, ornamental plants, etc.

Financing of the agricultural sector, including the construction and maintenance of agroforestry systems in Bulgaria is done by the CAP through single area payment scheme (Pillar I, 60% and 190 € per ha), and via rural Development Programmes (Pillar II; 40% and 130 € per ha) and through additional Bulgarian government support – e. g. in the new Agroecological Programme.

The National Program for Rural Development RDP is being applied in Bulgaria for realization of the CAP. Practically, there is no specific measure that provides funding of agroforestry in the new RDP 2014-2020 (New Draft), but in various measures supporting agriculture and forestry activities have provided subsidies for some natural systems representing agroforestry systems. In the 2007-2013 Bulgaria open several measures that could be related with AF practices like 122 (Improvement of economic value of forests), 123 (adding value to agricultural and forestry products), 223 (first afforestation of non agricultural land), 226 (Restoring forestry potential and introducing prevention actions), 211 (Payments to farmers in areas with handicaps others than mountain areas), 212 (payments to farmers in areas with handicaps other than mountain areas), 213 (Natura 2000 payments and payments linked to directive 200/60/EC), 214 (agrienvironment payments), and 311 (Diversification into non agricultural activities), but it did not implemented 222 (first establishment of agroforestry systems in agricultural lands). In the new RDP in Bulgaria (Draft) are imposed

such measures closely related to AF practices. There are financial support for reconstruction and creation of new protective forest shelterbelts; various activities in the field of environmental agriculture; organic farming; erosion control; creation of plantations for biomass production. Activities will be financed related to diversification of the output and restructuring of the small farms, as well as activities for implementing new technologies in production. It is envisaged funding of activities for afforestation of degraded and eroded lands and also financing relating to the preservation and enhancement of soil fertility. RDP also provides funding for restoration and maintenance of grasslands with high nature value, for control of soil erosion, for restoration of the traditional pastoral pastures. Investments are envisaged also for using of new technologies for wood residues and waste utilization, that will contribute the implementation of Bulgaria's commitment to increase up to 16% by 2020 the share of energy produced from renewable resources.

In addition, agricultural sector in Bulgaria receives financial support from national schemes for state support, as well as short-term and long-term loans granted by the State Fund "Agriculture" and from commercial banks in preferential securities and terms for loaning.

Conclusions

Bulgaria has traditions in the development of agroforestry systems like agricultural use in plantations, protective forest belts, forest-grassland complexes, specialized plantations of tree species. Particularly suitable and promising is the development of the forest farming. Funding priorities should be directed to such agroforestry systems which are connected with the production of high quality wood, with building of plantations for biomass production, with production of forest- and bio- products, and with stimulation of forest pasture farming. This in turn requires the introduction of "good practices", innovative management, cost-effective solutions, new technology, and a mobilization of broad expertise and financial capital.

References

Burgess, P., 1999. Effects of agroforestry on farm biodiversity in UK. *Scottish Forestry,* 53, 1: 24-27.

Garret H., L. Buck, M. Gold, L. Hardestly, W. Kurtz, J. Lassoile, H. Pearson, J. Slusher, 1994. Agroforestry: An Integrated Land-Used Management System For Production and Farmland Conservation. Resource Conservation Act (ARC) *Appraisal of U. S. Agroforestr*y, 58 p.

Gold M., Cernusca M., Hall M. (Eds.), 2013. Training Manual for Applied Agroforestry Practice. Center for Agroforestry, University of Missouri 245 p. Available: *(www.centerofagroforestry.org).*

Marinov, I., V. Stiptsov, F. Genova, 2003. Agroforestry: past, presence and future, *Eds. By Bulgarian - Swiss Forest Fondation and Silvica Fondation,* Sofia, 66 pp. (in Bulgarian).

Mosquera-Losada M. R., J. McAdam, R. Romero-Franco, J. Santiago-Freijanes, A. Rigueiro-Rodróguez. 2009. Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe, In: Rigueiro-Rodróguez A., J. McAdam, M. Rosa Mosquera-Losada (Eds.), 2009. Agroforestry in Europe. Current status and Future Prospects. *Springer*, 4415p., 3-19.

Peev, B., G. Xinkov, 2002. Conception of Agroforestry in Bulgaria. Round table "Potential possibilities of Agroforestry in Bulgaria. 24 – 25 September, "Silvika" Foundation, Bern, Svishtov, 10 p. (in Bulgarian)

Ramachandran Nair PKR., V. Nair, E. Gama-Rodrigues, R.Garcia, S. Haile, D. Howlett, B. Kumar, M. R. Mosquera-Losada, S. Saha, A.Takimoto , R. Tonucci, 2009. Soil Carbon in Agroforestry Systems: An Unexplored Treasure?. 19p. Available: *http://precedings.nature.com/documents/4061/version/1*

Rigueiro-Rodróguez A., J. McAdam, M. Rosa Mosquera-Losada (Eds.), 2009. Agroforestry in Europe. Current status and Future Prospects. *Springer*, 415p. ISBN: ISBN: 978-1-4020-8271-9 (Print) 978-1-4020-8272-6 (Online).

Stancheva, J., K. Petkova, S. Bencheva, 2015. Agroforstry. *Eds. house „Avangard Prima"*, Sofia, 225 pp. (in Bulgarian)

Stancheva, J., K. Petkova, S. Bencheva, M. Broshtilova, K. Broshtilov, N. Tsvetkova, 2004. Agroforestry. *Eds. house „Ruta"*, Sofia, 239 pp. (in Bulgarian)

Stancheva, J., K. Petkova, S. Bencheva, S. Bencheva, M. Broshtilova, K. Broshtilov, N. Tsvetkova, 2004. Agroforestry. Sofia, 239 pp. (in Bulgarian)

Tackas V., Franck N., 2009. The traditions, resources and potential of forest growing and multipurpose shelterbelts in Hungary**.** In: Rigueiro-Rodróguez A., J. McAdam, M. Rosa Mosquera-Losada (Eds.), 2009. Agroforestry in Europe. Current status and Future Prospects. *Springer*, 445p., 415-435.

Yakimov, M., V. Stiptsov, K. Kalmukov, E. Aleksandrova, I. Yonovska, 2003. Agricultural uses of forest area, In: Agroforestry, *Eds. By Bulgarian - Swiss Forest Fondation and Silvica Fondation,* Svishtov, 22 pp. (in Bulgarian).

ОЦЕНКА НА АКТУАЛНОТО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДОСТЪПНИТЕ ФОРМИ НА NPK НА ПОЧВИ ОТ ФЕРМИ В ИЗТОЧНА БЪЛГАРИЯ

Веселин Кутев*, Евлоги Марков, Марина Стоянова*****
**Лесотехнически университет, София, **ИПАЗР „Н. Пушкаров", София,*
****Земеделски институт, Карнобат*
E-mail: koutev@yahoo.com

EVALUATION OF THE ACTUAL CONTENT OF AVAILABLE FORMS OF SOIL NPK OF FARMS IN EASTERN BULGARIA

Vesselin Koutev, Evlogi Markov, Marina Stoyanova
**University of Forestry, Sofia, **N. Poushkarov ISSAPP, Sofia,*
****Institute of Agriculture, Karnobat*

Abstract

A study of available forms of nitrogen, phosphorus and potassium of main soils of East Bulgaria is presented. A set of about 550 soil samples from 14 private and cooperative farms with 6378 hectares of arable lands is studied. Farms are representative for Russe, Targovishte, Razgrad, Shumen, Sliven and Yambol regions.

Inorganic nitrogen was determined by steam distillation. Available forms of phosphorus and potassium were determined by acetate-lactate method.

An average stock of inorganic nitrogen for whole area is 63 $kg.ha^{-1}$. Stocks for phosphorus are low (5.4 $mg.100g^{-1}$) and average stocks for available potassium were determined (20.7 $mg.100g^{-1}$).

Nitrogen fertilizers must be applied after soils analyses. Residual nitrogen in soil after harvest is relatively high and nitrate pollution is possible. Strong depletion of phosphorus is observed in studied soils. Government program is needed for improvement of phosphorus status of Bulgarian soils. Some potassium depletion is observed, too. Problem could be resolved with continuation of agro ecological program of Ministry of agriculture and foods started in 2011.

Key words: soil fertility; inorganic nitrogen; available phosphorus; available potassium; acetate-lactate extraction; nutrients stocks in soil

Увод

Състояние на почвите в Република България се следи от мониторинговата система за оценка на почвеното плодородие на МОСВ. Тя се опитва да даде отговор на ключовия въпрос - Запасеността на почвите с биогенни елементи осигурява ли тяхното плодородие?

Според направените изследвания от Изпълнителната агенция по околна среда в периода 2005 - 2011 г. почвите в страната са в добро екологично състояние по отношение на запасеност с биогенни елементи/органично вещество.

Съдържанието и съотношението на биогенните елементи в почвата имат пряка връзка с почвеното плодородие и с храненето на растенията. Количественото им съдържание не се променя динамично от година в година, поради което се контролира през 5 години за територията на цялата страна. Запасеността на почвите с биогенни

елементи се определя чрез концентрациите на общ азот, органичен въглерод и общ фосфор, както и съотношението между органичен въглерод и общ азот. Съдържанието на общ азот в изследваните почви варира от 700 до 3350 $mg.kg^{-1}$, а съдържанието на общ фосфор от 350 до 1667 $mg.kg^{-1}$. (Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в Р България през 2012 г. , ИАОС).

Оценката на почвеното плодородие за земеделски нужди не влиза в рамките на такава оценка. При приемане на разработената от научен екип на ИПАЗР „Н.Пушкаров“ методика за почвения мониторинг от ИАОС, бяха отхвърлени представените от нас показатели за почвеното плодородие даващи оценка на почвата, като основно средство на производство в земеделието. Това са показателите оценяващи достъпните форми на азот, фосфор и калий и даващи реална представа за качеството на земеделието върху определена почва и дали не се води земеделие застрашаващо почвеното плодородие. Друг важен показател за почвеното плодородие е балансът на всеки хранителни елементи на ниво, поле, ферма и държава. Този показател също не се следи.

В последно време от МЗХ се финансират програми за агроекологично земеделие. Основно изискване при тях е да се правят анализи за достъпни форми на азот, фосфор и калий. Така ще може да се проследи качеството на работа във всяка ферма и да се предотврати намаляването на почвеното плодородие. Голяма част от тези анализи са извършени в ИПАЗР „Н.Пушкаров“.

Освен понижаване на почвеното плодородие, неправилното азотно и фосфорно торене води и до замърсяване на подземните и надземните води.(Chica-Olmo M. et al., 2014). За 20 години в Канада 18% от обработваемите земи се преминали от категория без риск от замърсяване в категория с висок риск от замърсяване (De Jong, et al.,. 2007). Загубите на азот са се колебали от 5 до 20 кг на хектар.

Целта на това изследване е чрез оценка на достъпните форми на азот, фосфор и калий в почви от реални интензивни ферми, да се установи има ли наличие на нарушаване на почвеното плодородие у нас.

Материал и методи

В изследванията са включени 14 ферми от областите Русе, Разград, Търговище, Шумен, Сливен и Ямбол с обща площ 63780 декара. Анализирани са почти 600 почвени проби. За агрохимичен анализ на почвените проби са използвани дестилационния метод на Bremner, Keeney, 1965 за определяне на минерален азот в почвата и ацетатно – лактатния метод на Петко Иванов, 1984 за определяне на подвижни форми на фосфор и калий в един извлек.

Резултатите за обработени със статистически софтуер Statgraphics XV. Резултатите лежащи извън нормалното разпределение са извадени от по-нататъшна обработка. Така се избягва възможността за оценка на замърсени проби или проби взети веднага след торене (което се случва в практиката). В крайните изследвания са взети предвид анализите от 550 почвени проби.

Резултати и обсъждане

В САЩ се следят резултатите от почвените анализи от години. В Уисконсин от 1964 година са направени над 5 милиона почвени анализи. Даването на препоръки за торене на базата на почвени анализи е довело да намаляването на съдържанието на подвижни форми на фосфор и калий в последните години. Това е довело до подобряване на условията в околната среда. Повечето ферми поддържат съдържанието на калий в почвите близо до горната граница на оптималното ниво (70-130 ppm). Така нормите за торене са идентични с износа на калий с различните култури (Peters John – 2014). Такава трябва да е стратегията на земеделието и у нас.

При изследвания на Katsarova, Koutev (2014) за остатъчните количества на минерален азот в почвите на три области в Южна България е получено следното вариране на минималните количества минерален азот 4,8, 6.0 и 12,6 mg $N.kg^{-1}$. Варирането на средните количества минерален азот в почвата след прибиране на реколтата е както следва – 38.7, 50.2, 29.0 mg $N.kg^{-1}$. Такива количества сочат към не оптимизирано азотно торене и потенциална заплаха за замърсяване на водите с нитрати.

За почвите включени в настоящето изследване средното съдържание на минерален азот след прибиране на реколтата е 20 $mg.kg^{-1}$, което представлява около 6 килограма азот на декар. То варира от 15.7 $mg.kg^{-1}$ за фермите от област Разград до 24.7 $mg.kg^{-1}$ за фермите от област Шумен (Таблица 1). Средният коефициент на вариация е 37.6%. минималното съдържание на минерален азот в почвата е 5.8 $mg.kg^{-1}$, което представлява около 1,7 килограма азот на декар. Максималното количество е 40.3 , което представлява 12.1 кг азот на декар. При минималните количества азот в почвата няма опасност от замърсяване на водите в околната среда. При максималните количества обаче, не трябва да се тори през есента и има нужда да се направи почвен анализ за нуждата от подхранване през пролетта. При средното съдържание на азот на декар (6 кг), не трябва да се тори с азотни торове през есента, а да се извърши само подхранване през пролетта при есенниците.

Таблица 1. Обща статистика на резултатите за съдържание на минерален азот в почвите – $mg.kg^{-1}$.

Област	Брой	Средно	Ст. отклонение	Коеф. на вариация	Минимум	Максимум
Русе	144	18.5	7.6	41.1%	5.8	36.9
Разград	141	15.7	7.6	48.5%	5.8	40.3
Шумен	94	24.7	6.3	25.6%	13.2	39.2
Търговище	50	19.2	6.4	33.6%	8.6	34.0
Сливен Ямбол	122	23.3	4.5	19.3%	14.7	35.1
Общо	**551**	**20.0**	**7.5**	**37.6%**	**5.8**	**40.3**

Средното съдържание на достъпен фосфор варира от 3.9 $mg.100g^{-1}$ в областите Сливен и Ямбол, до 7.3 $mg.100g^{-1}$ в област Русе (Таблица 2). Средният коефициент на вариация достига до 195,7% при почвите от Търговище, като общия среден коефициент е 147.4%. Тези резултати показват неравномерното използване на фосфорните торове в

нашето земеделие – от почти нулеви минимални стойности до 52.6 mg.100g^{-1}**.** Почвеното плодородие варира от силно нарушено до прекомерно наторени почви.

Таблица 2. Обща статистика на резултатите за съдържание на подвижен фосфор в почвите – mg.100g^{-1}

Област	Брой	Средно	Ст. отклонение	Коеф. на вариация	Минимум	Максимум
Русе	139	7.3	9.9	134.0%	0.2	52.6
Разград	141	4.9	6.8	137.9%	0.2	40.3
Шумен	94	5.4	6.6	124.2%	0.1	31.4
Търговище	50	5.7	11.1	195.7%	0.1	52.2
Сливен Ямбол	126	3.9	6.0	153.7%	0.2	36.1
Общо	**550**	**5.4**	**8.0**	**147.4%**	**0.1**	**52.6**

Средният коефициент на вариация при калия е 27.7%. Стойността е доста по-ниска от тази при азота. Това подсказва, че при анализите са отчетени природните нива на запасеност в почвите. Калият се използва рязка за торене, а високи дози са практически изключени. Средното съдържание на достъпен калий в почвите варира от 18.9 mg.100g^{-1} в почвите от Разград до 24.7 mg.100g^{-1} в почвите от Шумен.

Таблица 3. Обща статистика на резултатите за съдържание на подвижен калий в почвите – mg.100g^{-1}

Област	Брой	Средно	Ст. отклонение	Коеф. на вариация	Минимум	Максимум
Русе	144	19.5	5.6	28.5 %	11.6	40.5
Разград	143	18.9	4.6	24.4%	11.6	35.9
Шумен	94	24.7	5.6	22.8%	13.9	44.5
Търговище	52	20.5	4.4	21.5%	9.3	33.8
Сливен Ямбол	124	21.1	6.2	29.3%	7.8	38.1
Общо	**557**	**20.7**	**5.7**	**27.7%**	**7.8**	**44.5**

За оценка на запасеността на почвите с подвижни форми на фосфор и калий са използвани таблици 4,5 и 6. (Николова, Фиксен, Поп, 2014). За по-добра нагледност степените на запасеност са преизчислени в балове.

Таблица 4. Степени на запасеност на почвите с усвоим фосфор (AL метод)

Почви	Степен на запасеност с фосфор mg.100g^{-1} (балове)				
	Мн. ниска (1)	Ниска (2)	Средна (3)	Висока (4)	Мн. висока (5)
Всички почви без смолници	< 6.0	6.1 - 12.0	12.1 - 18.0	18.1 - 28.0	> 28.0
Смолници	< 10.0	10.1 - 20.0	20.1 - 30.0	30.1 - 45.0	> 45.0

Таблица 5. Степени на запасеност на почвите с усвоим калий (AL метод)

Почви	Степен на запасеност с калий mg.100g^{-1} (балове)				
	Мн. ниска (1)	Ниска (2)	Средна (3)	Висока (4)	Мн. висока (5)
Леки	< 8	9 - 12	13- 22	23 - 32	> 32
Средни	< 12	13-16	17-28	29 - 38	> 38
Тежки	< 15	16 - 22	23 - 32	33 - 45	> 45

Средната запасеност на почвите с азот (6 килограма на декар) показва едно торене с азот надхвърлящо оптималните норми (Таблица 6). Такова количество е достатъчно за оптимално развитие на есенниците до пролетта без допълнително торене. Оказва се, че внесените количества азотни торове през предишната година средно са достатъчни за развитие на основната култура и за началното развитие на следващата култура (зимна).

Средните балове за запасеност на почвите с фосфор и калий не са изчислени по средното им съдържание в почвите, а са средните стойности от баловете на всички почви. За това има незначителна разлика между тях и запасеността на почвите отговарящи на средните стойности. Запасеността на почвата с фосфор е в долният край на стойностите отговарящи на ниска запасеност (1,6-2,5). Запасеността на почвата с калий е в средата на стойностите отговарящи на средна запасеност (2,6-3,5).

Виждаме, че у нас почвите се използват нерационално. Разчита се основно на съдържащите се в тях фосфор и калий. Това е довело да обедняването на фосфор и калий. При торенето с фосфор трябва да се разчита на стойности доста по-високи от износа на фосфор с добивите. При калия, трябва да се ориентираме към норми на торене отговарящи на износа на калий с добивите или на лекото им завишаване.

Таблица 6. Средно съдържание и средна запасеност на почвите от различните области

Област	Площ, da	Съдържание			Запасеност		
		N мин mg.kg^{-1}	P_2O_5 mg.100g^{-1}	K_2O mg.100g^{-1}	N мин mg.da^{-1}	P_2O_5 бал	K_2O бал
Русе	17560	18.5	7.3	19.5	5.7	1.8	2.8
Разград	20910	15.7	4.9	18.9	5.0	1.5	2.8
Шумен	11390	24.7	5.4	24.7	7.6	1.7	3.2
Търговище	6650	19.2	5.7	20.5	5.9	1.5	2.9
Ямбол Сливен	7270	23.3	3.9	21.1	7.5	1.3	3.0
Средно		**20.0**	**5.4**	**20.7**	**6.0**	**1.6**	**2.9**

Заключение

Торенето у нас не е съобразено със съдържащите се в почвите хранителни елементи достъпни за растенията.

При торенето с азот се наблюдава завишено използване на азотни торове, което води до финансови загуби и замърсяване на околната среда.

Изследваните почви са с изтощени запаси от фосфор. Необходима е намесата на държавата с различни програми за оптимизиране на фосфорното торене у нас.

Запасеността на почвите с калий е средна, което контрастира с приетото разбиране, че нашите почви са богати на калий. Необходимо е умерено калиево торене, за да не се достигне до положението с фосфора.

Приетите показатели за мониторинг на почвеното плодородие трябва да се разширят с включването на съдържанието на достъпни форми на азот, фосфор и калий.

Литература

Ana Katsarova, Vesselin Koutev (2014). Residual inorganic nitrogen content in soils from intensive farms in South Bulgaria. 18th Nitrogen Workshop: The nitrogen challenge: Building a blueprint for nitrogen use efficiency and food security. Lisbon, Portugal. 30 June - 3 July 2014

Bremner J M & Keeney D R. (1965) Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate, and nitrite. Anal. Chim. Acta 32 :485-95,

Chica-Olmo M., JA Luque-Espinar, V Rodriguez-Galiano, E Pardo-Igúzquiza , L Chica-Rivas (2014) Categorical Indicator Kriging for assessing the risk of groundwater nitrate pollution: The case of Vega de Granada aquifer (SE Spain). Science of the Total Environment 470–471 229–239

De Jong, R., Yang, J. Y., Drury, C. F., Huffman, E. C., Kirkwood, V. and Yang, X. M. (2007) The indicator of risk of water contamination by nitrate-nitrogen. Can. J. Soil Sci. 87: 179–188

Drury C F, J Y Yang, R. De Jong, X M Yang, E C Huffman, V. Kirkwood, K. Reid – (2007) Residual soil nitrogen indicator for agricultural land in Canada. Canadian Journal of Soil Science, 87(Special Issue): 167-177, 10.4141/S06-064

Peters John (2014) Average Soil Test Phosphorus and Potassium Levels Decline in Wisconsin - http://ipcm.wisc.edu/blog/2011/01/average-soil-test-phosphorus-and-potassium-levels-decline-in-wisconsin/

Иванов П. (1984) Нов ацетатно-лактатен метод за РК подвижни форми. Почвознание и агрохимия. т. XIX. 4. 88-98

Добри практики за устойчиво управление на храненето на земеделските култури (2014) Под редакцията на Николова М., Фиксен П., Поп Т., - Изд. Минерва, София

ПОДХОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ГРАНИЧНИ СТОЙНОСТИ НА ДОСТЪПНИТЕ ФОРМИ НА NPK В ПОЧВИТЕ ЗА НУЖДИТЕ НА МОДЕЛИТЕ ЗА ТОРЕНЕ

Веселин Кутев*, Марина Стоянова**
**Лесотехнически университет, София, **Земеделски институт, Карнобат*
E-mail: koutev@yahoo.com

APPROACH TO THE THRESHOLD VALUES OF AVAILABLE FORMS OF NPK IN SOIL FOR THE PURPOSES OF FERTILIZATION MODELS

Vesselin Koutev, Marina Stoyanova
** University of Forestry, Sofia, **Institute of Agriculture, Karnobat*

Abstract

A study of available forms of nitrogen, phosphorus and potassium actual content of main soils of Eastern Bulgaria is presented. A set of 550 soil samples from 14 private and cooperative farms with 6378 hectares of arable lands is studied. Inorganic nitrogen was determined by steam distillation. Available forms of phosphorus and potassium were determined by acetate-lactate method.

The frequency distribution of results from large amount of soil samples analysis allows determining the boundaries of normal distribution and grouping them by availability level. Soil inorganic nitrogen frequency test, allow the determination of the value that should be excluded from the calculation of the fertilizer rate - 30 kg nitrogen per hectare. Results higher than 30 mg P_2O_5.100 g^{-1} are outliers of the normal distribution and such soils do not need phosphorus fertilization. Stocks results of soil potassium, higher than 35-40 mg K_2O.100g^{-1} are outliers of the normal distribution and these soils do not need potassium fertilization.

Available phosphorus in studied soils are very strongly depleted and stocks of potassium are strongly reduced. This is an indicator of degradation of soil fertility.

Key words: soil fertility; nutrients threshold values, inorganic nitrogen; available phosphorus; available potassium; nutrients stocks in soil.

Увод

В последно време от МЗХ се финансират програми за агроекологично земеделие. Основно изискване при тях е да се правят анализи за достъпни форми на азот, фосфор и калий. Така ще може да се проследи качеството на работа във всяка ферма и да се предотврати намаляването на почвеното плодородие. Голяма част от тези анализи са извършени в ИПАЗР „Н.Пушкаров“.

Правилното определяне на торовите норми се базира на добре подбраните гранични стойности за всеки използван метод. Използваните методи за опредляне на достъпните форми на фосфор и калий винаги са били калибрирани за нашите условия (Иванов, 1984; Николова и др., 2014).

Освен понижаване на почвеното плодородие, неправилното азотно и фосфорно торене води и до замърсяване на подземните и надземните води. (Chica-Olmo M et al., 2014).

Целта на това изследване е да се направи статистическа оценка на съдържанието на достъпни форми на азот, фосфор и калий в почви от реални интензивни ферми. На базата на честотните им характеритики да се определи нормалното разпределение на тези стойносит и се достигне до гранични стойности, адекватни за нашите почви.

Материал и методи

В изследванията са включени 14 ферми от областите Русе, Разград, Търговище, Шумен, Сливен и Ямбол с обща площ 63780 декара. Анализирани са почти 600 почвени проби. За агрохимичен анализ на почвените проби са използвани дестилационния метод на Bremner, Keeney, 1965 за определяне на минерален азот в почвата и ацетатно – лактатния метод на Петко Иванов, 1984 за определяне на подвижни форми на фосфор и калий в един извлек.

Резултатите за обработени със статистически софтуер Statgraphics XV. Резултатите излизащи силно извън нормалното разпределение са изведени от по-нататъшна обработка. Така се избягва възможността за оценка на замърсени проби или проби взети веднага след торене (което се случва в практиката). В крайните изследвания са взети предвид анализите от 550 почвени проби (Кутев и др., 2015).

Резултати и обсъждане

Представени са резултати за оценката на съдържанието на минерален азот в килограм почва и на запаса на минерален азот – килограм на декар (Таблици 1 и 2). Вторият резултат се изчислява на базата на първия и за това статистическите параметри са много близки. Представени са и двата показателя за да може по-лесно да се сравняват резултати от почвени анализи и от реални запаси в почвата. Статистическите характеристики показват, че повечето резултати са близки до нормалното разпределение. Част от резултатите (близки до максимума) излизат от нормалното разпределение и това се вижда от стойностите на Stnd. Skewness и Stnd. Kurtosis, които са по-високи от ±2.

Това означава, че резултати близки до и по-високи от 40 mg $N.kg^{-1}$ и близки до и по-високи от 12 N $kg.dka^{-1}$ излизат от нормалното разпределение. Обяснението може да е в много високите норми на торене на предходната култура или в пробовземане веднага след торене. Базирайки се на тези резултати от оценката на голяма извадка от почвени анализи можем по-лесно да се ориентираме при конкретни данни.

По-голяма нагледност и точност ни дават резултатите от честотното разпределение на получените резултати (Таблици 3 и 4). Там са представени честотните характеристики на резултатите за съдържание на N min $mg.kg^{-1}$ и на запасеността с N min $kg.dka^{-1}$ в изследваните почви. Таблиците са получени, като резултатите са групирани в еднакви интервали. Честотата показва броя на данните с определени стойности във всяка група. Относителните честоти показват пропорциите във всеки интервал. Само 6% от резултатите са по-ниски от 9 mg $N.kg^{-1}$, а 99% са по-ниски от 34 mg $N.kg^{-1}$. При запасеността на минерален азот на декар 6% от резултатите са по-ниски от 2.7 кg $N.dka^{-1}$, а 99% са по-ниски от 10.9 kg $N.dka^{-1}$. В модела за азотно торене, който съм представил в (Николова, Фиксен , Поп, 2014), по емпиричен път (на базата на дългогодишни изследвания, но с къси редици от резултати) е достигнато да решението

3 кг азот на декар от резултатите за почвената запасеност с минерален азот да не се вземат предвид при изчисляване на торовите норми. Това се потвърди и от получените статистически данни в това изследване.

Таблица 1. Обща статистка за съдържанието на N min mg.kg^{-1} в изследваните почви

Брой	551
Средно	20.00
Стандартно отклонение	7.5
Коефициент на вариация	37.6 %
Минимум	5.8
Максимум	40.3
Размах	34.5
Stnd. skewness	**2.7**
Stnd. kurtosis	**-2.9**

Таблица 2. Обща статистка за запаса на N min kg.dka^{-1} в изследваните почви

Брой	551
Средно	6.00
Стандартно отклонение	2.3
Коефициент на вариация	37.6%
Минимум	1.7
Максимум	12.1
Размах	10.4
Stnd. skewness	**2.6**
Stnd. kurtosis	**-3.0**

Таблица 3. Характеристики на честотното разпределение на съдържанието на N min mg.kg^{-1} в изследваните почви

Клас	Долна граница	Горна граница	Средна точка	Честота	Относителна честота	Кумулативна честота	Кумулативно-относителна честота
		0.0		0	0.00	0	0.00
1	0.0	4.5	2.3	0	0.00	0	0.00
2	4.5	9.1	6.8	34	0.06	34	0.06
3	9.1	13.6	11.4	99	0.18	133	0.24
4	13.6	18.2	15.9	105	0.19	238	0.43
5	18.2	22.7	20.5	106	0.19	344	0.62
6	22.7	27.3	25.0	111	0.20	455	0.83
7	27.3	31.8	29.5	57	0.10	512	0.93
8	31.8	36.4	34.1	32	0.06	544	0.99
9	36.4	40.9	38.6	7	0.01	551	1.00
10	40.9	45.5	43.2	0	0.00	551	1.00
11	45.5	50.0	47.7	0	0.00	551	1.00
	над	50.0		0	0.00	551	1.00

Таблица 4. Характеристики на честотното разпределение на запасеността с N min kg.dka^{-1} в изследваните почви

Клас	Долна граница	Горна граница	Средна точка	Честота	Относителна честота	Кумулативна честота	Кумулативно-относителна честота
		0.0		0	0.00	0	0.00
1	0.0	1.4	0.7	0	0.00	0	0.00
2	1.4	2.7	2.0	34	0.06	34	0.06
3	2.7	4.1	3.4	98	0.18	132	0.24
4	4.1	5.5	4.8	105	0.19	237	0.43
5	5.5	6.8	6.1	107	0.19	344	0.62
6	6.8	8.2	7.5	109	0.20	453	0.82
7	8.2	9.5	8.9	58	0.11	511	0.93
8	9.5	10.9	10.2	33	0.06	544	0.99
9	10.9	12.3	11.6	7	0.01	551	1.00
10	12.3	13.6	13.0	0	0.00	551	1.00
11	13.6	15.0	14.3	0	0.00	551	1.00
	над	15.0		0	0.00	551	1.00

В Таблица 5 е представена общата статистика на резултатите за съдържание на достъпен фосфор в почвите. Статистическите характеристики показват, че повечето резултати са близки до нормалното разпределение. Значителна част от резултатите (близки до максимума) силно излизат от нормалното разпределение и това се вижда от стойностите на Stnd. Skewness и Stnd. Kurtosis, които са многократно по-високи от ±2. Това означава, че резултати по-високи от 25-30 mg P_2O_5.100 g^{-1} излизат от нормалното разпределение. Обяснението е в пробовземане веднага или скоро след торене. Вземането на почвените проби трябва да е не по-рано от 3 месеца след внасяне на торове. Прави впечатление ниската средна стойност на извадката – 5,4 mg.100 g^{-1}. Тя отговаря на много ниска запасеност на почвата. Изчерпването на фосфора от почвите в последните години е довело до драстичното нарушаване на почвеното плодородие. Базирайки се на тези резултати от оценката на голяма извадка от почвени анализи можем по-лесно да се ориентираме в конкретни данни.

Честотното разпределение на резултатите при фосфора се различава силно от това при азота (Таблица 6). Резултатите потвърждават направените изводи за силно нарушаване на почвеното плодородие – 45% от почвите имат съдържание на достъпен фосфор по-ниско от 2.5 mg.100g^{-1}. Почти 90% от почвите имат съдържание на достъпен фосфор по-ниско от 13 mg.100g^{-1}. Това ги вкарва в групите на много ниска и ниска запасеност. Средно запасени са около 4-5% и т.н. Останалите почви са с висока и много висока запасеност.

Общата статистика на резултатите за съдържание на достъпен калий в почвите е представена в Таблица 7. Статистическите характеристики показват, че повечето резултати са близки до нормалното разпределение. Значителна част от резултатите (близки до максимума) силно излизат от нормалното разпределение и това се вижда от стойностите на Stnd. Skewness и Stnd. Kurtosis, които са 2-4 пъти по-високи от ±2. Това означава, че резултати по-високи от 35-40 mg K_2O.100g^{-1} излизат от нормалното разпределение. Обяснението е в пробовземане веднага или скоро след торене или наличие на почви с високо естествено съдържание на калий. Прави впечатление ниската средна стойност на извадката – 20,7 mg.100g^{-1}. Тя отговаря на средна запасеност на почвата с калий при леки и средни почви и на ниска запасеност при тежки почви. Изчерпването на калия от почвите в последните години е довело до драстичното нарушаване на почвеното плодородие.

Таблица 5. Обща статистка за съдържанието на достъпен P_2O_5 mg.100g^{-1} в изследваните почви

Брой	550
Средно	5.44
Стандартно отклонение	8.02
Коефициент на вариация	147.41%
Минимум	0.1
Максимум	52.6
Размах	52.5
Stnd. skewness	**31.53**
Stnd. kurtosis	**61.00**

Таблица 6. Характеристики на честотното разпределение на съдържанието на P_2O_5 mg.100 g^{-1} в изследваните почви

Клас	Долна граница	Горна граница	Средна точка	Честота	Относителна честота	Кумулативна честота	Кумулативно-относителна честота
		-3.0		0	0.00	0	0.00
1	-3.0	2.5	-0.3	246	0.45	246	0.45
2	2.5	7.9	5.2	208	0.38	454	0.83
3	7.9	13.4	10.6	46	0.08	500	0.91
4	13.4	18.8	16.1	18	0.03	518	0.94
5	18.8	24.3	21.5	11	0.02	529	0.96
6	24.3	29.7	27.0	5	0.01	534	0.97
7	29.7	35.2	32.5	3	0.01	537	0.98
8	35.2	40.6	37.9	7	0.01	544	0.99
9	40.6	46.1	43.4	2	0.00	546	0.99
10	46.1	51.5	48.8	1	0.00	547	0.99
11	51.5	57.0	54.3	3	0.01	550	1.00
	над	57.0		0	0.00	550	1.00

Таблица 7. Обща статистка за съдържанието на достъпен K_2O mg.100g^{-1} в изследваните почви

Брой	557
Средно	20.7
Стандартно отклонение	5.7
Коефициент на вариация	27.7%
Минимум	7.8
Максимум	44.5
Размах	36.7
Stnd. skewness	**8.2**
Stnd. kurtosis	**5.5**

Таблица 8. Характеристики на честотното разпределение на съдържанието на K_2O mg.100 g^{-1} в изследваните почви

Клас	Долна граница	Горна граница	Средна точка	Честота	Относителна честота	Кумулативна честота	Кумулативно-относителна честота
		0.0		0	0.00	0	0.00
1	0.0	4.5	2.3	0	0.00	0	0.00
2	4.5	9.1	6.8	6	0.01	6	0.01
3	9.1	13.6	11.4	33	0.06	39	0.07
4	13.6	18.2	15.9	177	0.32	216	0.39
5	18.2	22.7	20.5	160	0.29	376	0.68
6	22.7	27.3	25.0	119	0.21	495	0.89
7	27.3	31.8	29.5	34	0.06	529	0.95
8	31.8	36.4	34.1	20	0.04	549	0.99
9	36.4	40.9	38.6	7	0.01	556	1.00
10	40.9	45.5	43.2	1	0.00	557	1.00
11	45.5	50.0	47.7	0	0.00	557	1.00
	над	50.0		0	0.00	557	1.00

Честотната характеристика на съдържанието на достъпен калий ни показва, че около 40% от почвите са с ниска или много ниска запасеност с калий, а около 50% със средна запасеност за почви със среден механичен състав.

Има необходимост от торене с калий на не по-малко от 90% от проучените площи. Дори извадката да не е представителна за страната, резултатите се различават силно от тези на Милчева,1969 (цитирана по Горбанов и др., 2005), която е смятала, че само на 15% от площите торенето с калий е задължително, т.е. почвите са със силно неблагоприятен калиев режим.

Изводи

Честотното разпределение на резултати от големи извадки на почвени анализи позволява определяне на границите на нормалното им разпределение и групирането им по степен на запасеност.

Групирането на резултатите за запасеност на почвите с минерален азот позволи определяне на стойността, която трябва да се изключи от изчисляване на торовата норма - 3 кг азот на декар.

Резултати по-високи от 30 mg P_2O_5.100 g^{-1} излизат от нормалното разпределение и такива почви може да се смятат за свръхзапасени и не нуждаещи се от фосфорно торене.

При запасенотта на почвите с калий, резултати по-високи от 35-40 mg K_2O.100g^{-1} излизат от нормалното разпределение и при тези почви не трябва да използав калиево торене.

При изследваните почви се наблюдава много силно изтощаване на запаса от достъпен фосфор и силно намаляване на запосите от калий, което е индикатор за деградиране на почвеното плодородие.

Литература

Bremner J M & Keeney D R. (1965) Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate, and nitrite. Anal. Chim. Acta 32 :485-95,

Chica-Olmo M., JA Luque-Espinar, V Rodriguez-Galiano, E Pardo-Igúzquiza , L Chica-Rivas (2014) Categorical Indicator Kriging for assessing the risk of groundwater nitrate pollution: The case of Vega de Granada aquifer (SE Spain). Science of the Total Environment 470–471 229–239

Горбанов Ст., Л. Станчев, Й. Матев, Т.Тонев, Г. Рачовски (2005) Агрохимия. Дионис, София.

Добри практики за устойчиво управление на храненето на земеделските култури (2014) **Под редакцията на Николова М., Фиксен П., Поп Т**., - Изд. Минерва, София

Иванов П. (1984) Нов ацетатно-лактатен метод за РК подвижни форми. Почвознание и агрохимия. т. XIX. 4. 88-98

Кутев В., Е. Марков, М. Стоянова (2015) Оценка на актуалното съдържание на достъпните форми на NPK на почви от ферми в Източна България (под печат)

АГРОЕКОЛОГИЧЕН ПОТЕНЦИАЛ НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ НА ОБЩИНА ПАВЕЛ БАНЯ ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА МАСЛОДАЙНА РОЗА (*ROZA DAMASCENA*)

Венета Кръстева, Вихра Стефанова, Милена Мотева, Зорница Митрева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: vnkrasteva@abv.bg

AGROECOLOGICAL POTENTIAL OF THE AGRICULTURAL LAND IN THE AREA OF PAVEL BANYA MUNICIPALITY FOR GROWING *ROSA DAMASCENA*

Veneta Krasteva, Vihra Stefanova, Milena Moteva, Zornica Mitreva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

A description is made of the soil and climatic conditions of the lands of Pavel Banya municipality and the opportunities for growing Rosa damascena. The most widely distributed soil types in the region are: leached Cinnamonic forest soils with different levels of erosion; leached Cinnamonic forest soils with low depth; Alluvial; Alluvial meadow and Delluvial soils. The field ratings indicate that a large part of the lands are part of the "good" and "very good" categories of lands for growing roses. A map is presented of the lands in different suitability classes for effective economic and reducing the erosion usage. The lands up to class IV are suitable for growing roses, but there can be some factors that limit the fertility and there technologies that reduce the erosion are necessary.

The lands comprising class VI have a steep slope and using terracing and other meliorative practices can also be used for growing roses. The lands in class VII are not suitable for growing the crop.

Key words: field ratings, soils, climate, Rosa damascena, GIS

Увод

Маслодайната роза (Roza damascena) е специфична за нашата страна култура. Тя се отглежда заради цветовете, от които се получава известното в цял свят българско розово масло. Един от благоприятните в агроклиматично отношение райони за създаване на розови насаждения е територията на община Павел баня, Старозагорска област. Наред със специфичните изисквания на културата, розовите насаждения могат да се разполагат върху по-стръмни терени по склоновете на Стара планина и Средна гора, които са по-малко подходящи за отглеждането на други култури. Розовите насаждения оползотворяват най-ефективно тези терени, а едновременно с това ги предпазват от почвена ерозия.

С новите Европейски програми съществуват възможности за финансова подкрепа от Европейския съюз за разширяване на площите от розови насаждения, вкл. средства за подпомагане на селското стопанство в необлагодетелствани региони.

Целта на настоящата разработка е да се оцени агроекологичния потенциал на земеделските земи в община Павел баня и се посочат най-подходящите площи за отглеждане на рози.

Материал и методи

Биологични изисквания на розата. Розата е многогодишно храстовидно растение. Има силно развита коренова система, като отделни корени достигат на дълбочина до 1 m. През зимния период, растенията издържат на температура на въздуха до -25°C. Вегетацията започва през пролетта при температура 4-5°C, цветните пъпки се залагат след започване на вегетацията (през март-април), при температура 10-12°C, а цъфтежът протича през май и юни при температура 18-20°C. Особено благоприятно за натрупване на етерично масло се отразява по-високата относителна влажност на въздуха през време на цъфтежа (Климатичен справочник, 1979). У нас розата се отглежда главно на канелени горски почви между Стара планина и Средна гора, където температурата и влажността на въздуха и други природни фактори са особено благоприятни за нейното развитие.

Изборът на терен е от голямо значение, тъй като розовото насаждение заема площта за период от 25–30 г. Подходящи са добре огрявани от слънцето площи, защитени от въздушни течения и в близост до населени места и дестилерии.

Климат. Територията на община Павел баня попада в климатичния район на Източните Задбалкански полета, който обхваща Казанлъшкото и Карловското поле. Зимата в района е значително по-мека в сравнение с Предбалканската част, поради защитното влияние на Стара планина срещу студените северни ветрове. Зимните и летните валежи са в по-големи количества, което се дължи на влиянието на планините, заобикалящи района.

От климатичните фактори, най-важни за културата са валежите, средната месечна температура на въздуха, средната месечна минимална температура на въздуха през зимния период. Данните са от метеорологичната станция – гр. Казанлък. (Климатичен справочник, 1983).

Таблица 1. Месечна и годишна температура на въздуха, °C

Станция	Месеци												Ср. год.
Казанлък	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	T
	-0.7	1.3	4.8	10.6	15.3	18.9	21.4	21.0	16.8	11.2	6.4	1.6	10.7

Най-високите температури са през месеците юли и август. В сравнение с останалите райони на страната, лятото не е по-горещо. Месечната януарска температура е отрицателна, но не много ниска, което предпазва розовите насаждения от измръзване.

Средната месечна минимална температура през месец януари е -4.8 °C, от което следва, че повреда на розовите насаждения от измръзване е малко вероятно да се случи.

Валежите през годината се характеризират с изразен пролетно-летен максимум (месеците май и юни) и зимен минимум (февруари, март). Годишната сума на валежите е 588 mm, а по сезони е както следва: зимни валежи - 119 mm; пролетни валежи – 152 mm; летни валежи – 189 mm; есенни валежи - 128 mm. Валежите през месеците май и юни, когато цъфтят розите, са в достатъчни количества и благоприятстват развитието

на растенията и натрупване на етерично масло в цветовете (Климатичен справочник, 1990).

Таблица 2. Месечна и годишна сума на валежите в (l/m^2)

Станция	Месеци												Год. сума
Казанлък	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	41	33	31	46	75	76	65	48	34	45	49	45	588

Почви. Разгледани са почвите, разпространени на територията на селата: Горно Съхране, Долно Съхране, Виден, Тъжа, Турия, Манолово, Асен, Габарево, Александрово, Скобелево, Търничане, Ситеново, община Павел баня и пригодността им за отглеждане на розови насаждения.

Почвената покривка е установена на базата на почвени проучвания (земеделски земи без горски фонд) в М 1:10000 (Димитров и др, 1980) и приложената почвена карта.

Най-разпространените почвени различия са: излужени канелени горски с различна степен на ерозия; излужени канелените горски, плитки; алувиални; алувиално-ливадни и делувиални почви. **Излужените канелени горски, неерозирани до слабо ерозирани** заемат хълмистите, полупланински и отчасти равнини, добре дренирани територии на Средногорието и Южните склонове на Стара планина, като стигат до 700-800 m надморска височина. Според почвената карта на община Павел Баня, имат широко разпространение, като в равнинните части обикновено са дълбоки, а в полупланинските територии са ерозирани или плитки, с различна степен на каменистост – слаба до средна. **Излужените канелени горски, средно и силно ерозирани** се характеризират с различна степен на каменистост – слабо, средно до силно каменисти. **Излужени канелените горски, плитки, слабо, средно и силно ерозирани** са отделени в една група поради това, че са плитки, формирани върху твърди скали. Характеризират се с различна степен на ерозия и каменистост – слаба до средна. Разположени са върху наклонени терени и, поради напредналите процеси на ерозия, имат много плитък профил, под който следва твърда почвообразуващата скала. **Канелените горски, подзолисти, глеевидни** почви са твърде разнообразни по механичен състав, което се дължи на различия в почвообразуващите скали. Наблюдава се рязка диференциация на механичния състав в отделните хоризонти на почвения профил. **Алувиалните, Алувиално-ливадните, Делувиалните и Делувиално-ливадните** почви са разпространени по долините на реките и заемат най-често заливна и първа надзаливна тераса. Развиват се при близко ниво на подпочвените води - средно до 2-2.5 m. Делувиалните почви заемат делувиалните и пролувиалните шлейфове в подножията на склоновете. В горната част на шлейфовете, където материалите са по-грубочастични, се формират скелетни (фрагментирани) делувиални почви, а в долната им част - върху по-финочастични материали и близки подпочвени води - делувиално-ливадни.

Бонитетните оценки за рози са направени на експертно ниво по почвени различия и климатични условия. Те са съобразени с биологичните изисквания на розовата култура.

Бонитета- ПБЧ (полско бонитетно число) дава представа за пригодноста на земята в определен район за отглеждане на култура или група от култури. Бонитетните оценки при неполивни условия са със стойности от 0 до 100 бала, като минималната оценка е 0 бала, а максималната оценка е 100 бала. . (Георгиев, 2006; Петров и др., 1988; Кръстева, 2011; Кръстева и др., 2013). Когато стойностите са в ниската част на скалата, условията за отглеждане на културата в определения обект са неподходящи и обратно, когато стойностите са в горната част на скалата, условията за културата са подходящи. Бонитетният бал е резултат от оценка на физико-химичните (механичен състав на орница и подорница, мощност на хумусен хоризонт, мощност на почвен профил, pH, съдържание на хумус в повърхностния хоризонт, ниво на подпочвени води) показатели на почвите, като е отчетено и влиянието на ерозия, акумулация, каменисттост, заблатеност, засоленост. Климатичните условия в района са оценени спрямо изискванията на розовата култура и са с оценка 100 бала за този показател.

Резултати и обсъждане

Излужените канелени горски, неерозирани до слабо ерозирани спадат към групата на „добри земи" и са подходящи за отглеждане на рози. Бонитетните оценки за културата са 62-75 бала.

Излужените канелени горски, средно и силно ерозирани са с бонитетни оценки 55-71 бала („средно добри" до „добри земи"). При създаване на розови насаждения върху такива терени е задължително прилагане на противоерозионни мероприятия.

Излужени канелени горски, плитки, слабо, средно и силно ерозирани са неподходящи за розови насаждения и бонитетната оценка е 0 бала („непригодни земи")

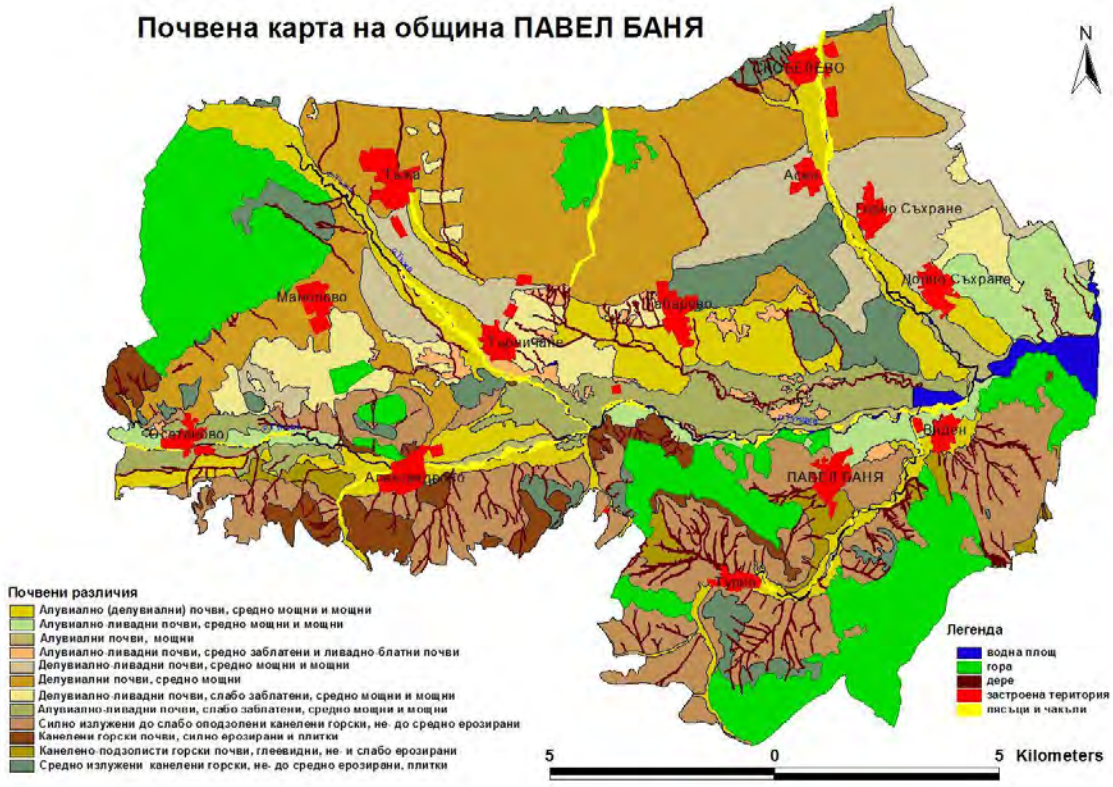
Канелени горски, подзолисти, глеевидни са в групата на „средно добри" до „добри земи" за отглеждане на рози. Бонитетната оценка при тях е в границите 50-73 бала.

Алувиалните и Алувиално-ливадните са най-плодородните почви в описвания район и са най-подходящите земи за розови култури. Бонитетните оценки варират от 40 до 85 бала . Като лимитиращ фактор при някои от почвените различия се явява много лекият механичен състав (песъклив), който е слабо водозадържащ и това се отразява негативно върху развитието на културата, а от там и върху стойностите на бонитета.

Бонитетът при **Делувиални и Делувиално-ливадни почви** варира от 41 до 85 бала. И при някои от тях ограничителен фактор е много лекият механичен състав, ниско хумусно съдържание и наличие на слаба каменистост.

На фиг.3 са представени земите по пригодност за отглеждане на рози . В група „много добри земи" са включени почвени различия с оценка 80-100 бала; „добри земи" -60-80 бала; „средно добри земи" 40-60 бала; „лоши земи" – 20-40 бала и „непригодни земи" 0-20 бала.

На Фиг. 1 е представена карта на община Павел баня с разпространените почвени различия, населени места, водни площи и гори.



Фиг. 1. Почвена карта на община Павел баня

На фиг.2 е представено разпределението на подходящи за рози земи, разпределени по класове, бонитетни балове и площи.

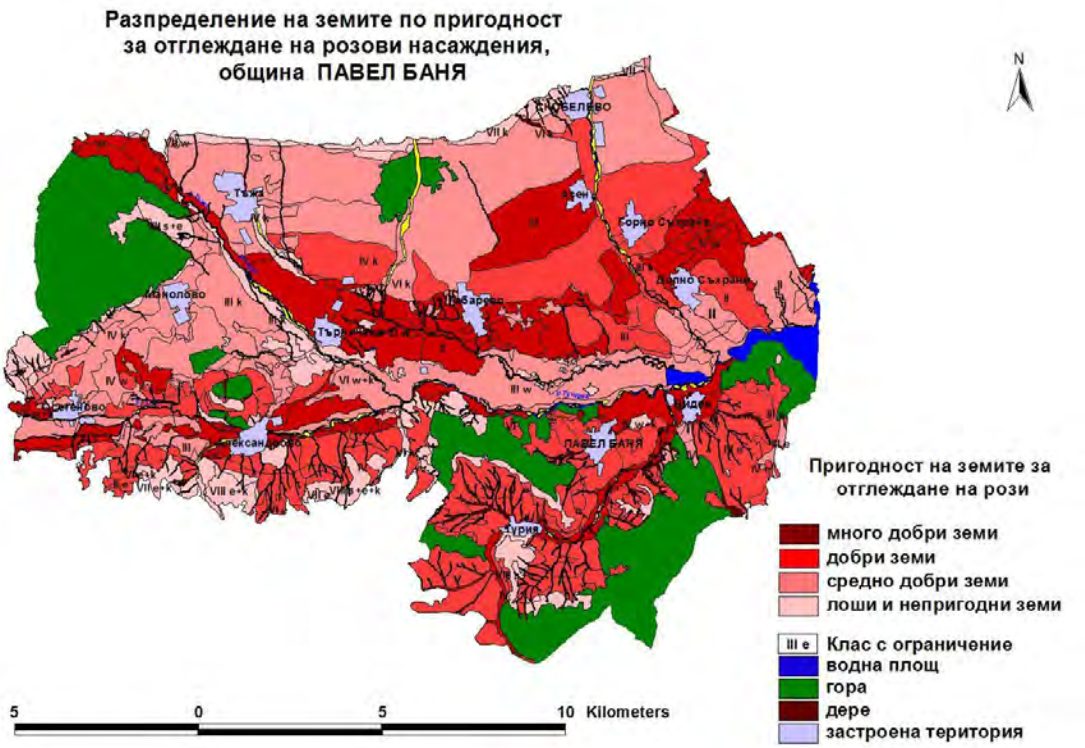


Фиг. 2. Разпределение на подходящите за отглеждане на рози земи в община Павел Баня по показатели

Фиг. 3 показва карта на земите, подходящи за отглеждане на рози с класове по пригодност за ефективно противоерозионно ползване. Върху нея са отразени най-подходящите територии за създаване на розови насаждения, като се има предвид превенцията спрямо процесите на ерозия (Кръстева и др. 2013).

Земите от клас I до клас IV включително са подходящи за отглеждане на рози, но могат да имат някои ограничаващи плодородието фактори в III и IV клас (ерозирани почви, голям наклон, влошена реакция и структура на почвата, малка мощност, слаба

водопропусклвост и др.). На места се налага прилагане на противоерозионна агротехника. На картата са отбелязани класовете на земите, а там където се налагат ограничения на ползване, е прибавен индекс, който показва вида на ограничението (е-ерозия; k+e - каменистост и ерозия; w - заблатеност).



Фиг. 3. Разпределение на земите, подходящи за отглеждане на рози с класове по пригодност за ефективно противоерозионно ползване

В общината са определени 2978.029 ha VI клас земи по пригодност за ефективно противоерозионно ползване (Фиг.1). По бонитетна оценка те са „средно добри" до „много добри" земи за рози, но са разположени върху склонове, много често със силно ерозирани (маломощни) почви, което налага подравняване, терасиране и прилагане на противоерозионни мероприятия.Съвместяването на картите за бонитетни оценки с тези за ефективоно противоерозионно ползване много по-точно отразява най-пригодните места за отглеждане на културата (фиг.2).

Определени са 253.302 ha VII клас земи, разположени върху много стръмни склонове, със силно ерозирани и опороени почви. С цел опазване на почвите от ерозия, те не са подходящи за отглеждане на рози, а само за пасищни и горски площи. Затова са в групата на „непригодните" за отглеждане на рози земи.

При направеното сравнение на картосхемата публикувана в монографията "Почвите в районите на розовите насаждения", 1964 с автори Коларова Е., Д. Стоянов и К. Бонева, и представените карти в настоящия доклад много точно съвпадат районите по пригодност за отглеждане на рози.

Заключение

Направеното описание на екологичните условия в община Павел баня и получените бонитетни оценки показват, че голяма част от земите спадат към групата на „добри" и „много добри" земи за отглеждане на рози. Представената карта на земите с класове по пригодност за ефективно стопанско и противоерозионно ползване, посочва най-пригодните площи, на които могат да се създават розови масиви.

В разглежданата община климатичните условия са много подходящи, но част от земите са непригодни за рози, главно поради скъсен почвен профил, наличие на ерозия, силна каменистост, преовлажненост и др.

Литература

Георгиев, Б. (2006) Бонитировка на земеделските земи-теоритични основи и практически подходи за условията на България. Дисертация за присъждане на научната степен «Доктор на селскостопанските науки», Фонд ИП «Н. Пушкаров», 193 стр.

Климатичен справочник за НР България т. 2. (1979) Влажност на въздуха, мъгла, хоризонтална видимост, облачност и снежна покривка. ГУХМ, БАН, Наука и изкуство, С., 811 стр.

Климатичен справочник за НР България т. 3. (1983) Температура на въздуха, температура на почвата, слана. ГУХМ, БАН, Наука и изкуство, С., 440 стр.

Климатичен справочник, 1990. Валежи в България, ИМХ, БАН, С. 170 стр.

Коларова, Е., Д. Стоянов, К. Бонева (1964) Почвите от районите на розовите насаждения. Изд. БАН, С., 126 с.

Кръстева, В. (2011) Бонитетна оценка на хумусното съдържание за отглеждане на различни селскостопански култури. Почвознание, агрохимия и екология, XLV, 1-4, 140-142.

Кръстева, В., М. Банов, Н. Митева (2013) Приложение на Географски информационни системи при агроекологично райониране на лозови и ябълкови насаждения в България. 2nd European Conference "Conservation of Natural and Cultural Heritage for Sustainable Development: GIS-Based Approach", 24.09.2013, S, Bulgaria. *Internet*: http/proc.scgis.scgisbg.org/, No. 1314-7749.

Петров, Е., И. Кабакчиев и кол., (1988) Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ. НАПС, С., 144 с.

Димитров, Д., Х. Благоев, С. Михайлов (1980) Почвено-агрохимическа характеристика на земите на ТКЗС Павел Баня, Старозагорска област в М 1:10000. Фонд на ИПАЗР „Н. Пушкаров"

МЕТОДИКА ЗА БОНИТЕТНА ОЦЕНКА НА ПОЧВЕНИТЕ УСЛОВИЯ ЗА ОРЕХИ (*JUGLANS REGIA)*

Венета Кръстева, Зорница Митрева, Виктор Колчаков, Веселин Панков
ИПАЗР „Никола Пушкаров", София
E-mail: vnkrasteva@abv.bg

METHODS FOR EVALUATION OF THE SOIL PROTERTIES IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENT OF THE WALNUT (*JUGLANS REGIA*)

Veneta Krasteva, Zornitsa Mitreva, Viktor Koltchakov, Vesselin Pankov
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Methods are created for evaluation of the soil properties in accordance with the requirements of the walnut (*Juglans regia*). Parametric methods are applied because their results are accurate and representative even for small areas. The values of the chosen parameters are evaluated using scales and the end result of calculations is a field rating (on a scale of 0 to 100). The developed scales are used for evaluating the soil texture in sub plowing horizon, the depth of the soil humus horizon, the depth of the soil profile, the texture difference coefficient, the soil reaction (pH in H_2O), the humus content and level of the groundwater.

The best values are rated with 100 marks and all others receive lower field ratings. The end field rating is calculated as a weighted average and is called "soil rating". When even one of the evaluated parameters is calculated as 0, the whole soil rating becomes 0.

Key words: Field ratings, soil, soil properties; walnut

Увод

В България орехът е известен от дълбока древност. В наши условия, в различните части на страната, той вирее до около 1700 m надморска височина. Като селскостопанска култура, оптимално се развива и плододава до около 700-800 m надморска височина. Естествени компактни находища (насаждения) се срещат най-вече в поречията на реките Струма, Стряма, Тунджа, Осъм и др., които се характеризират с добър естествен въздушен дренаж и отсъствие на екстремни пролетни мразове.

Отглеждането на ореха има редица предимства в сравнение с другите овощни култури. Той не е много взискателен към условията и грижите по отглеждането. Много от практиките които са трудоемки, при ореха могат по-пълно да се механизират (беритба, почистване, сушене, сортиране, опаковка). Плодовете имат много добра съхраняемост и транспортабилност. Те притежават висока хранителна и биологична стойност, благодарение на което се търсят много и заплащат скъпо.

Целта на настоящата разработка е да се състави методика за относителна оценка на основните почвените характеристики във връзка с възможностите за отглеждане на орехи.

Да се достигне до обща оценка на почвените условия - „почвен бал" чрез метода на параметричните подходи.

Материали и методи

Биологични особености на културата

Орехът се отнася към сем. *Juglanda ceae*, род *Juglans L.* Орехът е най-голямото овощно растение у нас: високо е средно 25-30 m с диаметър на короната около 20-25 m, а на стъблото 80 – 100, дори 150-200 cm. В промишлени насаждения културата рядко достига тези размери, но между единичните дървета има достатъчно такива представители. Дървото расте продължително време. Отначало растежът му е силен, по-късно става умерен, а при много старите дървета е дори слаб. Образува голяма, закръглена до широко разлата сравнително гъста корона, със здрав и мощен скелет. Растежът на леторастите от листните пъпки през пролетта започва около средата на април и продължава до средата на юли. Цъфтежът е късен и протича през втората половина на април и началото на май, като зависи много от сорта, надморската височина и другите условия на месторастенето. При нашия климат по-редовно плододават късноцъфтящите орехови сортове. През август се залагат плодните пъпки за следващата година. Кореновата система на ореха е много добре развита, мощна, дълбоко проникваща. Главната маса от корени се разполага на еднометровия слой почва, но отделни корени достигат 3-5 m (Стоичков Й., В. Велков и кол. 1971).

Изисквания на културата към почвените условия

Орехът е растение на умерения климат, но добре се развива и плододава в по-топлите райони, където зимата е по-мека, а ранните есенни и късните пролетни мразове и слани се случват по-рядко. Той расте най-добре на проветриви, незасенчени, открити места, запазени от студени ветрове през зимата и суховеите и силните горещини през лятото. Културата вирее добре на различни типове почви: Канелени горски, Сиви и Светлосиви горски почви, Смолници, Хумусно-карбонатни (Рендзини) и др. Подходящи за него са дълбоките наносни, богати, проветриви и топли почви, с ниво на подпочвените води под 2-3 m. Успешно се развива и на по-бедни чакълести почви, когато няма близка твърда скала и подпочвените води са дълбоки. Не понася тежки глинести, заблатени, много плитки, сухи, студени и бедни почви с кисела реакция.

За оптимално развитие и плододаване почвите трябва да бъдат с мощен профил (2-3 m), отличаващи се с рохкаво сложение, с лек до средно песъчливо-глинест механичен състав (съдържание на физ.глина 20 - 45%), отсъствие на големи количества карбонати, слабо кисела, неутрална до слабо алкална реакция (pH 6.0 - 7.5), добра запасеност с органично вещество и усвоими форми на азот и особено на фосфор и калии (Горбанов Ст.,2010).

Голямата част от изследваните алувиални, делувиални и пролувиални почви и техните комбинации върху които се отглеждат орехови насаждения у нас съдържат малко количество органично вещество и са слабо запасени с усвоими форми на азот, фосфор и калий. Независимо от това, насажденията са добре плододаващи. Това се дължи на факта, че корените на растенията достигат голям обем в дълбочина и хоризонтално, където успяват да мобилизират необходимите количества хранителни вещества и вода. Положително влияние върху ореховите насаждения оказва и наличието на близки незасолени подпочвени води на дълбочина под 2 -3 m, от които през сухия вегетационен период дълбоко проникналите корени на ореха могат свободно да черпят необходимите количества вода.

Използвани методи

При съставяне на настоящата методика изцяло са ползвани принципите приети в „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ“ 1988г. Идеята е тя да се впише в нея като оценка за допълнителна земеделска култура – липсваща досега. Следователно това е параметрична, актуална относителна оценка, извършвана чрез характеристиките на земеделските земи (Петров Е., Ив. Кабакчиев и кол., 1988).

Резултати и обсъждане

За съставяне на методиката под внимание са взети следните почвени характеристики:

1. Почвена текстура (механичен състав) на подорницата, изразен чрез съдържанието на физична глина – сума на частиците < 0.01 mm (%).

2. Мощност на хумусния хоризонт (cm).

3. Мощност на почвения профил (cm). Особеното тук е, че характеристиката се оценява само при плитки почви, развити върху твърди скали и дълбочината на твърдата подстилаща скала е до 50 cm, т.е. на практика става дума за кореново пространство.

4. Текстурна диференциация на профила изразена чрез текстурен коефициент. Текстурният коефициент може да бъде изчислен чрез физичната глина, но е по-добре при наличие на данни да се определи чрез същинската глина – илът (процентно съдържание на сумата частици < 0.001 mm). Текстурният коефициент се получава като просто отношение на процентното съдържание на глина в най-тежкия подповърхностен хоризонт на почвата към това в най-лекия повърхностен.

5. Почвена реакция (pH измерена във водна суспензия).

6. Съдържание на органично вещество – хумус (%).

7. Ниво на подпочвените води (cm). При оценката на тази характеристика е ползван и механичният състав на почвата по разработка от Б. Георгиев (2007г.). Така до голяма степен се отчита влиянието на капилярното покачване на подпочвената вода и от там – условията на заблатяване, преовлажняване или благоприятно ползавне на подпочвените води.

Разработени са 7 бонитетни скали – за индивидуални оценки на всяка една от по-горе избраните характеристики (Бонитетни скали с поредни номера от 1 до 7.).

Бонитетна скала 1. Оценка (Btx) на механичния състав на подорницата (Tx)

Tx (сума частици < 0.01mm %)			Btx (бонитетни балове*)
	<	5	0
5	÷	10	40
10	÷	15	80
15	÷	60	100
60	÷	75	80
75	÷	85	60
	>	85	40
* В общата оценка стойностите се удвояват.			

Бонитетна скала 2. Оценка (Bthh) на мощността на хумусния хоризонт (Thh)

Thh (cm)	Bthh (бонитетни балове)
< 20	80
> 20	100

Бонитетна скала 3. Оценка (Btsp) на мощността на почвения профил (Ttsp)

Tsp (cm)	Btsp (бонитетни балове*)
< 30	1
30 ÷ 50	10
> 50	не се оценява
* Само за почви развити върху твърди скали. В общата оценка стойностите се утрояват.	

Бонитетна скала 4. Оценка (Btc) на текстурната диференциация на профила (Tc)

Tc (текстурен коефициент)	Btc (бонитетни балове)
< 2.0	100
> 2.0	80

Бонитетна скала 5. Оценка (Bph) на почвената реакция (pH)

pH (във водна суспензия)	Bph (бонитетни балове)
< 4.0	70
4.0 ÷ 5.0	80
5.0 ÷ 7.5	100
7.5 ÷ 8.0	80
> 8.0	70

Бонитетна скала 6. Оценка (Bhc) на съдържанието на хумус (Hc)

Hc (%)	Bhc (бонитетни балове)
< 1.0	80
1.0 ÷ 2.0	90
> 2.0	100

Бонитетна скала 7. Оценка (Bgwt) на нивото на подпочвените води (Gwt) съобразено с механичния състав на почвите (Tx)

↓ Gwt (cm)	Диапазони Tx (%)				
Bgwt (бон. бал)↘	< 20	20 ÷ 45	45 ÷ 60	60 ÷ 75	> 75
< 50	0	0	0	0	0
50 ÷ 100	40	20	10	0	0
100 ÷ 150	80	70	40	20	20
150 ÷ 200	100	100	100	80	80
> 200	100	100	100	100	100

Както вече бе споменато, в скалите за индивидуална оценка на почвените характеристики са запазени принципите от съществуващата методика. Оценките са в затворена скала – от 0 до 100 бонитетни бала. Оптималните стойности на характеристиките получават максимална оценка а ограничителните – градирано по-ниски такива. При съвсем неблагоприятни стойности оценките се зануляват (това автоматично занулява общата оценка). В случаи, че определена почвена характеристика има занулуване общата оценка (почвеният бал) за орехи се изчислява по Уравнение 1. (при условие, че почвата е плитка и с твърда скала до 50 cm), в другия случай се ползва Уравнение 2.

$$ПБ = \frac{2Btx + Bthh + 3Btsp + Btc + Bph + Bhc + Bgwt}{10} \quad (1)$$

$$ПБ = \frac{2Btx + Bthh + Btc + Bph + Bhc + Bgwt}{7} \quad (2)$$

Където: ПБ – Почвен бал.
Btx – Бална оценка за механичния състав на почвата.
Bthh – Бална оценка за мощността на хумусния хоризонт.
Btsp – Бална оценка за мощността на почвения профил.
Btc – Бална оценка за текстурната диференциация на почвата.
Bph – Бална оценка за почвената реакция (pH).
Bhc – Бална оценка за съдържанието на органично вещество (хумус).
Bgwt – Бална оценка за нивото на подпочвените води във връзка с механичния състав на почвата.

Получените почвени балове не решават окончателно въпроса относно пригодността на оценяваната земя за отглеждане на ореховата култура. Върху развитието и добива на растенията оказват влияние и други природни фактори (ерозия или акумулация, засоляване, каменистост на почвите, климат и пр.).

Таблица 1. Примери за приложение на разработената методика

Почвен код	*Индекси и стойности на характеристиките*							
	Tx (%)	Thh (cm)	Tsp (cm)	Tc	Ph	Hc (%)	Gwt (cm)	
КЧР	34	57	95	0.9	8.3	2.0	350	
	Индекси и стойности на оценките							
	Btx	Bthh	Btsp	Btc	Bph	Bhc	Bgwt	ПБ
	100*2	100	не	100	70	100	100	96
Почвен код	*Индекси и стойности на характеристиките*							
	Tx (%)	Thh (cm)	Tsp (cm)	Tc	Ph	Hc (%)	Gwt (cm)	
АЛМ	66	45	100	1.0	7.6	2.0	80	
	Индекси и стойности на оценките							
	Btx	Bthh	Btsp	Btc	Bph	Bhc	Bgwt	ПБ
	80*2	100	не	100	80	90	0	0

Легенда: КЧР – Карбонатни черноземи, средно мощни.
АЛМ – Алувиално-ливадни почви, мощни.
Всички индекси са от Бонитетни скали с поредни номера от 1 до 7.

Отчитането на влиянието на изброените характеристики се извършва допълнително, чрез бонитетни скали по които се присвояват така наречените „корекционни коефициенти“. Чрез тях се достига до „полски бонитетни числа“, но те вече ще бъдат предмет на следваща разработка.

За демонстрация на разработената методика на Таблица 1. са оценени две почвени различия.

Заключение

Разработена е методика за относителна оценка (бонитет) на основните почвените характеристики във връзка с възможностите за отглеждане на орехи. Методиката е хармонизирана с приетите официално у нас параметрични подходи на системата за бонитация и категоризация на земеделските земи. Крайните резултати – „почвените балове“ я оставят отворена за следващо изследване – разработка на алгоритми за изчисляване на „полските бонитетни числа“. Тогава тя ще добие крайния си вид и ще се впише напълно в „Методика за работа по кадастъра на земите в РБ“.

Литература

Георгиев Б., 2007. Бонитировка на земеделските земи – теоретични основи и практически подходи за условията в България. Дисертация, 193 стр., Фонд на ИП “Н. Пушкаров”, София.

Горбанов Ст., 2010. Торене на земеделските култури. Издателство Виденов и син. Стр.550.

Петров Е., Ив. Кабакчиев и кол., 1988. Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ. Асоциация "НАПС", София, 144 стр.

Стоичков Й., В. Велков и кол. 1971. Овощарство. Земиздат, София,стр.562.

РАСТЕЖНИ ПРОЯВИ И ДОБИВ ОТ ДОМАТИ – КЪСНО ПОЛСКО ПРОИЗВОДСТВО

Иванка Митова, Петра Александрова и Димитранка Стойчева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: smolyanovci@abv.bg

GROWTH EVENTS AND YIELD FROM TOMATOES – LATE FIELD PRODUCTION

Ivanka Mitova, Petra Alexandrova, Dimitrinka Stoicheva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The experiment is part of a long-term fertilizer trial in sealed vegetable rotation . This study was conducted as late field production on Fluvisols with canning variety tomatoes- Rio fuego.

The influence of increasing Nitrogen rates on background Phosphorus and Potassium fertilization on growth characteristics and yield of tomatoes was investigated. The obtained results demonstrate that the biometric parameters in tomatoes plants, in both phases of recording depends on their nutritional needs. The plants fertilized with $N_{200}P_{100}K_{100}$ have higher performance levels by the first recording: branches, number of leaves, stem diameter, number of inflorescences, number of fruit, growing mass. The fertilizers rate $N_{300}P_{100}K_{100}$ gives better results on the studied parameters when the vegetation is coming on. The highest values of the index of productivity in the first recording have the plants fertilized with $N_{200}P_{100}K_{100}$- 7.03, and by the second recording – fertilized with $N_{300}P_{100}K_{100}$- 10.49.

With the highest and statistically proven yields are plants fertilized with 300 kgN /ha- 66133 $kg.ha^{-1}$ fruit of tomatoes .

***Key words*:** long-term field experiment; tomatoes yield; Nitrogen; fertilizer rates, biometric parameters

Увод

Учението за минералното хранене на растенията доказва по безпорен начин, че за обезпечаването на хранителните си потребности растителните видове използват минерални химични съединения, които се намират в почвата, и които са проучени отдавна по отношение на своя състав и свойства. Теоретичната основа на минералното торене се основава на системното внасяне в почвата на такива химични съедиения, които представляват хранителни вещества за растенията, и увеличават запасите й, с оглед осигуряване на културите с достъпни количества хранителни елементи за целия вегетационен период (Mengel and Kirkby, 1982.). Торенето е един от факторите, чрез които културите развиват максимално своите генетични продуктивни възможности и се получават добиви, каквито само с естествените запаси на почвата не биха били възможни.

В процеса на многогодишното минерално торене обаче, в широки мащаби се получиха редица неблагополучия, които наложиха преразглеждане на системата за торене и условията при които могат да възникнат и възникват опасности от

замърсяване на почвите, водите и растителната продукция с вредни за здравето на хората и животните вещества (Митова и др., 2011; Симеонова ,2010; Стойчева и др., 2011; Филипов и др., 2008; Чолаков и др., 2006; Simeonova et al., 2015).

Цел на изследването е да се установи влиянието на нарастващи норми азотно торене върху вегетативните прояви и добива на домати, отгледани като късно полско производство.

Материал и методи

Изведеният опит е част от дългогодишен торов опит в уплътнено зеленчуково сеитбообращение. Опитът е заложен като късно полско производство, върху алувиално-ливадна почва с консервен сорт домати- Rio fuego. Агрохимичните характеристики на почвата след приключване на опита с предходната култура (патладжан) са представени в таблица 1. Почвената реакция е неутрална pH_{KCl}- (5.8- 6.4). Стойностите на получените агрохимични показатели характеризират почвата в слоя 0- 30 cm., като слабо до средно запасена с минерален азот (22.1- 33.2 $mg.kg^{-1}$), много добре запасена с P_2O_5 - (19.1- 21.9 $mg.100g^{-1}$) и средно до слабо запасена с K_2O- (10.2- 13.7 $mg.100g^{-1}$). Както и може да се очаква вариант T_3 има най- високо остатъчно съдържание на минерален азот. Независимо от това, съдържанията на подвижни форми на азот, фосфор и калий във вариантите на опита са около и под средните стойности за обезпеченост на алувиално- ливадни почви с хранителни елементи, което потвърждава адекватния избор на торови норми срещу предходната култура.

В изследването са включени 4 варианти, показани в таблица 1. Нарастващите норми на азотно торене са внасяни с амониева селитра- 1/3 при разсаждане на растенията и 2/3 като подхранване. Фосфорните и калиеви торове в норма 100 $kg.ha^{-1}$, са внасяни под форма на троен суперфосфат и калиев хлорид през есента с дълбоката обработка на почвата.

Масите на вегетативните части, на растенията и плодовете са определяни тегловно. Индексът на продуктивност е изчислен въз основа на броя и масата на плодовете от отделните варианти (Велев, 1984; Шабан, 2010). Съдържанието на макроелементи в почвата е определено по стандартни методики (Аринушкина, 1970). Амониевият и нитратен азот са определени колориметрично, а подвижните форми на фосфор и калий по метода на П. Иванов, 1984; pH- потенциометрично, в разтвор на калиев хлорид. Данните са обработени статистически с пакет ANOVA (Statgraphics).

Резултати и обсъждане

Влиянието на торенето върху биохимичните и морфологични характеристики на продукцията е разгледано в друга публикация (Atanasova et. al., 2009).Отчетените в опита биометрични показатели са направени през около месец, което отнесено към вегетативното развитие на доматите съвпада с формирането на 16- 24 съцветие- при първото отчитане и 18- 32- при второто.

Статистически доказани разлики, през първата фаза на отчитане, при показателя височина на растенията има единствено между контролните растения и тези от торените варианти. Между растенията с различни норми на торене липсват доказани разлики, независимо от това, че при вариант с N_{300} има тенденция растенията да са най-

високи. С напредване на вегетацията растенията от вариант N_{300} забавят растежа си и при второто отчитане растенията торени с по- ниските азотни норми имат статистически доказани по- високи растения. (таблица 2).

Докато през по- ранната фаза на отчитане не торените растения и тези с най- ниска азотна норма имат повече разклонения, то с напредване на вегетацията, броя на разклоненията при вариантите торени с N_{200} и N_{300} нараства рязко и съответно е с 32.1% при N_{20} и 64.2% при N_{30} по- висок спрямо контролните растения. При броя на листата на 1 растение се забелязва подобна тенденция, както при разклоненията. В по- ранната фаза растенията торени с ниска азотна норма са по- облистени. С напредване на вегетацията броя на листата при растенията торени с по- високи торови норми се увеличава, като при варианта торен с N_{300} растенията са най- облистени, макар че няма доказана статистическа разлика между броя на листата във варианти с N_{200} и N_{300}.

Доказани разлики в диаметрите на стеблата между растенията от различните варианти има единствено между растенията торени с N_{200} и не торените. С напредване на вегетацията дебелината на стеблата при торените растения се увеличава значително. При второто измерване с най- голям диаметър на стеблата са растенията торени с N_{300} .

И при двете отчитания растенията от контролния вариант имат най- малко съцветия. Но докато през първата фаза доматовите растения от варианта с N_{300} имат по- малко съцветия в сравнение с растенията от другите варианти с торене (N_{200}), което вероятно се дължи на факта, че нормата от 200 kgN/ha е била по-подходяща за нуждите на растенията в този етап от развитието им, то при второто отчитане броя на съцветията при растенията торени с N_{300} е най- висок.

С най- голям брой плодове при първото определяне са растенията торени с N_{200} , като при второто отчитане броя на плодовете от варианти с N_{200} и N_{300} е съизмерим, с лек превес на варианта торен с $N_{300.}$

Тенденцията наблюдавана при броя на плодовете се отнася и за показателя маса на плодовете на 1 растение.(таблица 3). Между масите на плодовете на растенията торени с N_{200} и N_{300} , където са отчетени и най- високите добиви, липсват статистически доказани разлики и при двете измервания. Масите на плодовете от варианта торен с N_{200} са малко по- големи (статистически недоказани) от тези на растенията торени с 300 kgN/ha.

Масите на стеблата и листата при първото измерване показват същите закономерности както при масата и броя на плодовете, а именно , растенията торени $N_{200}P_{100}K_{100}$ имат доказано по- голяма вегетативна маса- 931.7g/растение в сравнение с растенията от варианта с $N_{300}P_{100}K_{100}$ - 851.6 g/растение. В по- късната фаза растенията с N_{300} са натрупали значително повече вегетативна маса (1213.3g/растение), в сравнение с растенията от варианта с N_{200} (1073.4 g/растение). Разликите в масите на стеблата между двата съседни варианти N_{200} и N_{300} са доказани статистически, докато между листните маси на тези растения няма доказани разлики.

Получените в изследването индекси на продуктивност са от порядъка 5.74- 10.49 и са съотносими с цитираните в литературата- 8.75- 9.94 (Велев, 1984; Шабан, 2007). Стойностите на индексите на продуктивност следват хода и са закономерно следствие от величините на измерените биометрични показатели. Докато при първото отчитане растенията торени с $N_{200}P_{100}K_{100}$ имат по- високи стойности на показателите (с

изключение на височините на растенията), то при по- късното измерване доматените растения от варианта с най- висока азотна норма имат най- добри показатели. Така, че изчислените индекси на продуктивност са закономерно следствие от процесите на растеж, развитие и плододаване на растенията. Най- високи стойности на индекса на продуктивност при първото отчитане имат растенията от вариант $N_{200}P_{100}K_{100}$- 7.03, а при второто измерване, варианта торен с $N_{300}P_{100}K_{100}$- 10.49. Получените високи стойности на индекса показват предимствата и адекватнастта на приложеното торене в изведения опит спрямо добива и качеството на продукцията получени без торене (Atanasova et. al., 2009).

Таблица 1. Агрохимични показатели на почвата преди залагане на опита с домати

Вариант	Дълбо-чина (cm)	pH_{KCl}	NH_4-N ($mg.kg^{-1}$)	NO_3-N ($mg.kg^{-1}$)	NH_4N+ NO_3-N ($mg.kg^{-1}$)	P_2O_5 ($mg.100g^{-1}$)	K_2O ($mg.100g^{-1}$)
T_0 неторен	0- 30	6,44	16,85	6,39	23,24	19.1	13.7
	30- 60	5,23	10,70	2,86	13,57	8.2	12.0
T_1 $N_{100}P_{100}K_{100}$	0- 30	6,41	25,11	4,10	29,21	18.9	11.5
	30- 60	5,73	21,81	2,97	24,78	6.3	10.2
T_2 $N_{200}P_{100}K_{100}$	0- 30	5,82	20,79	1,32	22,11	20.8	12.0
	30- 60	5,51	15,75	2,86	18,61	11.9	11.6
T_3 $N_{300}P_{100}K_{100}$	0- 30	6,11	24,56	8,59	33,15	21.9	10.3
	30- 60	6,01	12,91	11,89	24,80	15.8	9.2

Таблица 2. Влияние на нарастващи норми на азотно торене върху биометричните показатели на домати (на 1 растение) 16.08.2006 г.

Вариант	височ. на растен. (cm)	брой разклонения	брой листа	диаметър на стебло (cm)	брой съцветия	брой плодове	маса на плодове (g/раст.)	маса на стебла (g/раст.)	маса на листа (g/раст.)
Неторено	68,0	5,7	67,7	1,32	16,7	35,3	1211,7	160,0	168,3
$N_{100}P_{100}K_{100}$	88,3	5,7	108,3	1,42	24,0	59,0	1305,0	341,7	311,7
$N_{200}P_{100}K_{100}$	88,7	5,3	102,7	1,62	24,7	72,3	1873,3	430,0	501,7
$N_{300}P_{100}K_{100}$	89,7	5,3	86,0	1,57	22,3	67,7	1828,3	388,3	463,3
LSD ≤ 0,05	12,665	1,438	17,887	0,318	7,231	10,313	384,662	59,292	74,028
LSD ≤ 0,01	18,429	1,927	26,027	0,651	10,521	15,006	559,708	86,274	107,716

С най- високи и статистически доказани добиви са растенията торени с 300 kgN/ha- 66133 $kg.ha^{-1}$ плодове от домати и 35475 $kg.ha^{-1}$ вегетативна маса. Получените резултати за вегетативните маси и добивите показват значителния дял (63- 71.8%) на получената продукция от плодове във формирания биологичен добив. (табл.4).

Таблица 3. Влияние на нарастващи норми на азотно торене върху биометричните показатели на домати (на 1 растение) 12.09.2006 г.

Вариант	височ. на растен. (cm)	брой разкло-нения	брой листа	диаметър на стебло (cm)	брой съцветия	брой плодове	маса на плодове (g/раст.)	маса на стебла (g/раст.)	маса на листа (g/раст.)
Неторено	72,2	5,3	69,3	1,50	18,33	39,3	1766,7	233,3	345,0
$N_{100}P_{100}K_{100}$	96,7	5,3	94,0	1,78	25,7	75,7	3070,0	365,0	633,3
$N_{200}P_{100}K_{100}$	96,5	7,0	106,3	1,66	31,3	90,7	3988,3	406,7	666,7
$N_{300}P_{100}K_{100}$	87,7	8,7	116,0	1,92	31,7	91,7	4916,7	463,3	750,0
LSD ≤ 0,05	7,013	2,663	25,430	0,372	7,782	27,773	630,385	56,876	127,150
LSD ≤ 0,01	10,205	3,874	37,002	0,542	11,324	40,412	917,253	82,759	185,012

Таблица 4. Показатели на растежа и плододаването при домати - късно полско производство

Вариант	Маса на плодовете (kg/ha)	Вегетативна маса (kg/ha)	Структура на добива (%)		Индекс на продуктивност	
			плодове	вегетативна маса	I отчитане	II отчитане
Неторено	26567	10429	71.8	28.2		
$N_{100}P_{100}K_{100}$	34000	18412	64.9	35.1	5.74	8.66
$N_{200}P_{100}K_{100}$	40333	23695	63.0	37.0	7.03	10.37
$N_{300}P_{100}K_{100}$	66133	35475	65.1	34.9	6.58	10.49
LSD ≤ 0,05	6747,46	2979,51				
LSD ≤ 0,01	9818	4335,38				

При не торените растения високия процент плодове отнесен към общия биологичен добив се дължи на факта, че поради недостатъчното снабдяване на растенията с хранителни елементи, вегетацията им приключва преждевременно, като междувременно оскъдната листна маса пожълтява и изсъхва, което пречи на обективното отчитане (Митова и др., 2009). Процентът на плодовете в структурата на получените добиви при растенията от вариантите с торене също е висок- от 63 до 65.1%. Близките и високи нива на тези проценти показват, че значителното процентно участие на плодовете в общия добив вероятно не се дължи на изпитвания фактор-торене, а на сортовите особености (Митова, 2007).

Изводи

Величината на изследваните биометрични показатели при доматовите растения, през двете фази на отчитане е зависима от техните хранителни потребности. Докато при първото отчитане, растенията торени с $N_{200}P_{100}K_{100}$ имат по- високи стойности на показателите: височина на растенията, брой разклонения, брой листа, диаметър на стеблото, брой съцветия, брой плодове, вегетативна маса, то с напредване на

вегетацията торовата норма- $N_{300}P_{100}K_{100}$ дава по- добри резултати върху изследваните показатели.

При късно полско производство на домати сорт Rio fuego, най- високи стойности на индекса на продуктивност при първото отчитане имат растенията от вариант $N_{200}P_{100}K_{100}$- 7.03, а при второто измерване, варианта торен с $N_{300}P_{100}K_{100}$- 10.49

С най- високи и статистически доказани добиви са растенията торени с 300 kgN/da- 66133 $kg.ha^{-1}$ плодове от домати.

Процентът на плодовете в структурата на получените добиви при растенията от вариантите с торене също е висок- от 63 до 65.1%.

Литература

Велев Б., **(1984).** Анализ на растежа на растенията. *Хабилитационен труд*. Стр. 38- 42.

Митова Ив., (2007). Домати.Отглеждане, болести и неприятели, съхранение. София, *Изд. „Еньовче”,*110 стр.

Митова Ив., Р. Кънчева, Н. Динев, Хр. Ботева, (2009). Растежни и репродуктивни прояви при домати - средно ранно производство на открито, в зависимост от сорта и приложеното торене. *Сборник с доклади от трети международен симпозиум: “Екологични подходи при производството на безопасни храни” 15- 16.10. 2009, гр. Пловдив.177- 182.*

Митова Ив., П. Александрова, Д. Стойчева, (2011). Влияние на минералното торене върху износа на азот с късно полско производство на патладжан. *Научни доклади от междунар. конф.”100 години почвена наука в България”, 16- 20.05.2011.С., част II, 582- 585.*

Симеонова Ц.,(2010). Състав и свойства на почвения разтвор при различни начини на земеползване. *Дисертация за присъждане на образователната и научна степен "Доктор", София,с.166.*

Стойчева Д., П. Александрова, В. Колева, Ц. Симеонова, Ив. Митова, Е. Атанасова, (2011). Баланс на азота при отглеждане на различни зеленчукови култури на алувиално- ливадна почва в Южна България. *Научни доклади от междунар. конф.”100 години почвена наука в България”, 16- 20.05.2011.С., част II, 654- 658.*

Филипов Ст., К. Костадинов., Кр. Михов, (2008). Биологични прояви на сортове домати отглеждани в стоманено-стъклени оранжерии. II. Стопанска продуктивност Аграрен университет – Пловдив, *Научни трудове, т. LIII, 2008. Академично издателство на АУ – Пловдив, стр. 111-117.*

Чолаков Т., С.Машева., М.Михов., Х.Ботева,В.Янкова, И.Тринговска, Ц. Динчева, Б.Арнаудов (2006), Екологосъобразни технологични елементи при производството на зеленчуци, *Сб. доклади от Първи международен симпозиум "Екологични подходи при производството на безопасни храни", НТС- Пловдив, с.33-40.*

Шабан Н., (2007). Агробиологична оценка на съвместното приложение на листни торове и пестициди отглеждане на някои зеленчукови култури. *Автореферат на дис. труд за прис. на н. степен дсн., стр.69.*

Шабан Н., С. Бистричанов, Ц. Москова, Е. Кадум, Ив. Митова, М. Титянов, П. Бумов (2014), Зеленчукопроизводство, *Изд.къща при ЛТУ, С., стр. 490.*

Atanasova E., I. Mitova, D. Stoicheva, (2009). Assessment of biochemical and morphological parameters of procesaing tomatoes in dependence on nitrogen fertilization. *Seminar of ecology. Proceedings, 23- 24.04.2009, Sofia, 198- 202.*

Mengel K., E.A.Kirkby, (1982). Principles of plant nutrition. *International Potash. Institut. Bern. Switzerland*

Simeonova Tsetska, Dimitranka Stoicheva, Petra Alexandrova., (2015). Ecological problems and nitrogen balance in vegetable crops growing., *Eurasian Journal of Soil Science.volume:4., issue:1, p.62-69.*

ПРОСТРАНСТВЕНИХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕТАЛОННАТА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯ ПРЕЗ ПОСЛЕДНИТЕ ДЕСЕТИЛЕТИЯ В БЪЛГАРИЯ

Милена Мотева*, Валентин Казанджиев, Веска Георгиева**, Иван Шимунич*****
**ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, **НИМХ – БАН, София; УАСГ, София,*
****Загребски университет, Загреб, Хърватия*
E-mail: m_moteva@abv.bg

REFERENCE EVATRANSPIRAION IN THE RECENTDECADESIN BULGARIA

Milena Moteva*, ValentinKazandjiev, VeskaGeorgieva**, Ivan Simunic*****
**N. Poushkarov ISSAPP, Sofia, **NIMH – BAS, Sofia; UACEG, Sofia,*
****University of Zagreb, Croatia*

Abstract

The goal of the paper is to assess the evapotranspiration conditions in the agricultural territory of the country during 1981-2010. Further, to be compared to those of the period 1971-2000 and to make conclusions about climate change in our region.As an indicator, reference evapotranspiration ETo has been used. Basing on meteorological observations at 39 agrometeorological stations, the daily values of ETo and the totals for different important for the agricultural production periods have been calculated. Zoning maps were drawn. The results show that the daily ETo occurs in July and is in the range 7-11 mm/d. The total of March-October period varies over the country within 650-950 mm, the April-June total varies within 260-380 mm and that of July-August – within 240-340 mm. For most parts of the country, the increasing tendencies from 1971-2000 keep in 1981-2010. For a small part of the country they turn from positive to negative. For some regions there are no tendencies of change. This is valid for all study periods. Comparing the two periods, the climatic values of ETo in the second period are greater with up to one irrigation application depth (60 mm) considering March-October and up to irrigation application depthconsidering April-June and July-August.

Key words: reference evapotranspiration, tendencies, zoning, irrigation, Bulgaria

Увод

Евапотранспирацията е един от индикаторитеза настъпване на климатичнипромени. Нейното изменение показва изменения в комплекса от фактори, които я обуславят и най-вече в неговатафизична част. Според McKenney&Rosenberg., 1992, Allenetal., 1994a; Върлев и др., 2004, променитена климата се отразяват върху евапотранспирациятапод въздействието на всички негови елементи – свънчева радиация, температура, валежи, облачност, влажност на въздуха, вятър. Единственият математичен модел за определяне на потенциалната евапотранспирация, включващ този комплекс от фактори е моделът на FAO.Уравненението, препоръчвано от FAO, което също така отчита и растителните фактори е описано от Smith, 1991 иAllenetal., 1994a, 1994b, 1998 и е популярно с точността на оценките си в цял свят. Неговата комплексност предполага също висока чувствителност към измененията на климата,

поради което еталонната евапотранспирация може да бъде използвана за прогнозиране на необходимостта от напояване.

Настоящата работа има за цел получаване на актуализирани климатични стойности за еталонната евапотранспирация на територията на земеделско производство в страната, включително до 2010 г. и анализ на тенденциите през последните десетилетия във връзка с адаптация на поливното земеделие към промените на климата.

Материал и методи

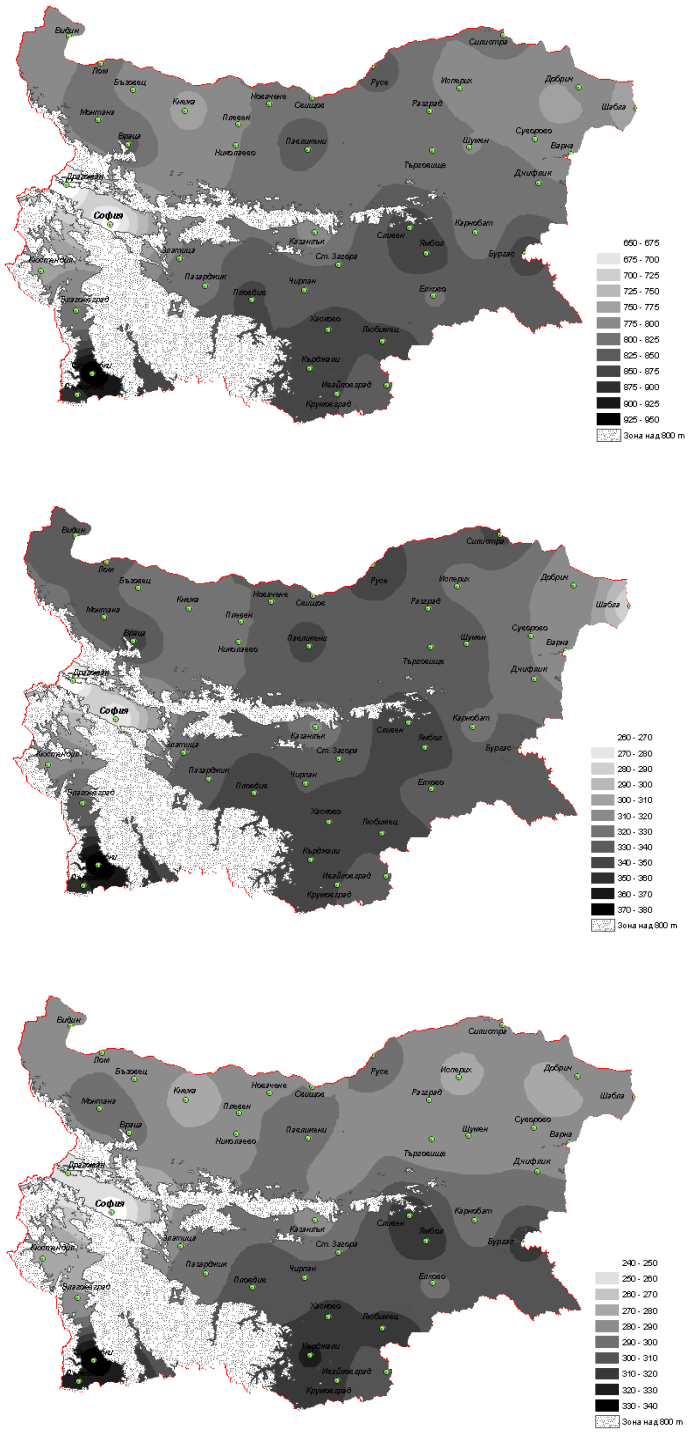
Изчислени са в среда на Excell ежедневните стойности на еталонната евапотранспирация (ЕТо) по метода на FAO-56 за 39 агрометеорологични станции на територията на земеделско производство у нас за периода 1981-2010 (Фиг. 1). Използвани са ежедневни данни, регистрирани в измерителната мрежата на НИМХ-БАН за минимална, максимална и среднодеионощнатемпература на въздуха; денонощна продължителност на слънчевото греене; средно денонощна относителна влажност на въздуха, средно денонощна скорост на вятъра. Месечните стойности на ЕТо, както и сезонните за потенциалния вегетационен период март-октомври (ПВП) и периодите април-юни и юли-август. Установено е варирането и дисперсията по месеци и посочените по-горе периоди. Чрез регресионен анализ са установени многогодишните тенденции на изменение на еталонната евапотранспирация за периода 1981-2010 и са сравнени с тези от периода 1971-2000 г. Установени са разликите в климатичните стойности на ЕТо между двата многогодишни периода. Съставени са карти на разпределението на ЕТо на територията на земеделско производство в страната за значимите за земеделието и напояването периоди. Интерполацията е извършена с Invert Distance Weightning.

Надморската височина на станциите варира от 5 (Шабла) до 736 m (Драгоман).

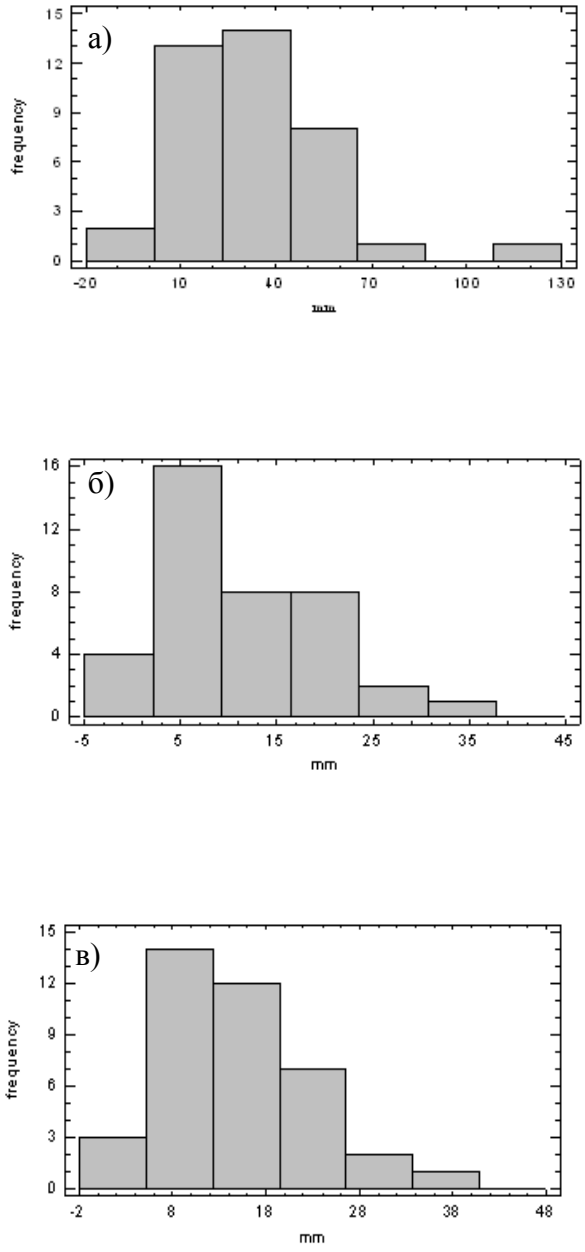


Фиг. 1. Денонощна еталонна евапотранспирация, средно за периода 1981 – 2010 година по климатични подобласти

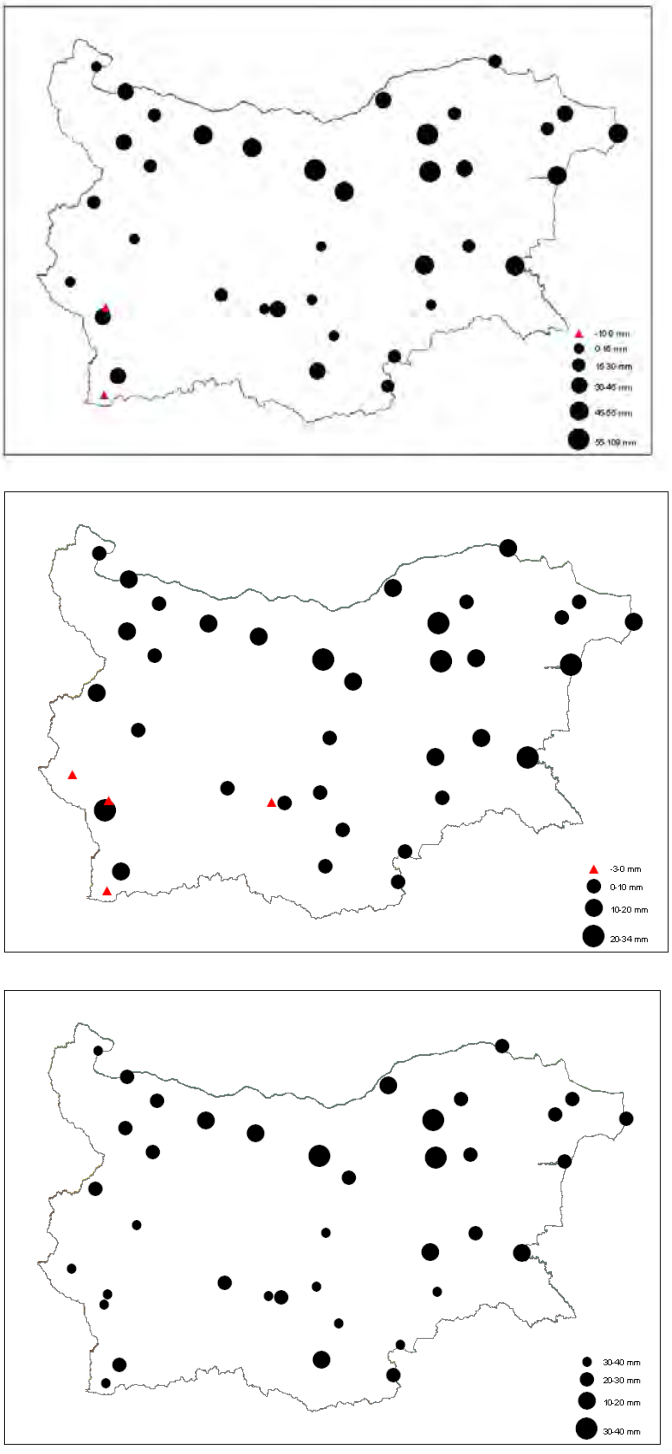
Най-голям брой станции са разположени на 150-200 m н.м. – 9 бр., а между 200 и 250 m н.м. станциите са 8, а между 0 и 50 m – 7. В останалите интервали станциите са от 1 до 4, като в интервала 50-100 m липсват станции.



Фиг. 2. Пространствено разпределение на сумарната еталонна евапотранспирация за периода 1981 – 2020 г. (климатични стойности) по територията на страната за потенциалния вегетационен период и периодите април-юни и юли-август



Фиг. 3. Хистограма на разликите между климатичните стойности по периоди: а) ПВП, б) април-юни; в) юли-август



Фиг. 4. Пространствено разпределение на сумарната еталонна евапотранспирация за периода 1981-2010 г. (климатични стойности) по територията на страната за а) потенциалния вегетационен период и периодите б) април-юни и в) юли-август

Резултати и обсъждане

Денонощни стойности. Най-високите денонощни стойности ET_oпри всички станции и климатични подобласти са в края на месец юли – началото на август, обусловено от високите летни температури и ниската влажност на въздуха. С най-големи абсолютни максимуми за периода 1981-2010 г. – 11 mm/d са станциите Враца за Северна България и Бургас, Сливен и Сандански за Южна. С високи максимуми – 10 mm/d са станции Лом, Кнежа, Павликени, Търговище, Образцов Чифлик и Шабла за Северна България и Ямбол, Хасково, Свиленград, Кърджали, Садово, Пловдив и Благоевград за Южна България.Станциите с най-ниски денонощни максимуми на ET_o – 7 mm/d са София и Драгоман и Бъзовец. В климатично отношение, най-ниска денонощна еталонна евапотранспирация показва Умереноконтиненталната климатична подобласт, а най-висока – Южнобългарската (Фиг. 1).

Сезонни стойности. Разпределението на територията на земеделско производство в страната на еталонната евапотранспирация е показано на Фиг. 1.

Районите с най-висока еталонна евапотранспирация за потенциалния вегетационен период март-октомвриса в южната част на страната – около Пловдив, Хасково, Кърджали, Свиленград, Сандански и Петрич, също Сливен и Ямбол и в района на Бургас – в граници 896-952 mm. В централните части – около Сливен и Ямбол стойностите са също високи - 796-846 mm.

Най-ниска еталонна евапотранспирация се отчита за Софийското поле – 647-697 mm. Евапотранспирацията през периода април-юни е най-висока в същите части на страната, както и в западните и централните части на Дунавската равнина. Най-ниска е в района на София и Драгоман. Диапазонът на изменение на територията на страната е от 257 mm (Драгоман) до 384 mm (Сандански). През традиционно поливния сезон за летни култури – юли-август – най-висока ЕТо се наблюдава в южните части на страната, с екстремни стойности за района на Петрич и Сандански. Варирането е от 237 mm (Драгоман) до 342 mm (Сандански).

Изменение на климатичните стойности от периода 1971-2000 в периода 1981-2010 г. С най-голяма честота за ПВП са измененията в интервала 20-40 mm и 0-20 mm (Фиг. 3а). Средното увеличение е 31.2 mm (Табл. 1). Следователно, в по-голямата част от страната потенциалният водоразход от посевите е с до половин проектна поливна норма по-висок през втория тридесетгодишен период, отколкото през първия. За периода април-юни, който е относително влажен за нашата страна, преобладаващо е увеличението от 5-10 mm и също така - 10-20 mm. За този период, потребностите на културите от вода са с до 1/3 проектна поливна норма по-високи (Фиг. 3б и Табл. 1). През периода на най-голямо напрежение на метеорологичните фактори юли-август, потребностите от вода същоса соколо 1/3 поливна норма в повечето части настраната, а в значителна част и до 1/2 (Фиг. 3в и Табл.1).

От Фиг. 3 е видно, че за част от станциите потенциалната потребност на растителността от вода е по-малка през втория тридесетгодишен период. Диапазонът на разликите е голям, като за ПВП коефициентът на вариация е 72.2%, а за периода април-юни –76.4%. По- малко е варирането през сухия и горещ период от годината юли-август – с коефициент на вариация 56.1% (Табл. 1). Разликите между средните за стра-

ната за периодите 1971-2000 и 1981-2010 са статистически доказани чрез t-теста на Стюдънт. Същите изпълняват условието $P<0.05$.

Тенденции. Представените тенденции на изменение на сумарната за периода март- октомври ET_o (Фиг. 4) показват, че почти в цялата страна тенденциите на увеличаване на ET_o от тридесетгодишния период 1971-2000 г. се запазват. Тенденциитеза станции Кнежа и Варна са с по-голям наклон, отколкото за предходния период. За останалите станции с положителни тенденции се наблюдава намаляване на наклона, в сравнение с този за периода 1971-2000 г. Без изменение на еталонната евапотранспирация за периода 1981-2010 г. са районите на Враца, Разград, Чирпан, Пловдив и София. Тенденции на намаление на ET_o се наблюдават в района на Хасково и Елхово, а също и за района на Петрич. За Кюстендил тенденциията се изменя от отрицателна в положителна.

Аналогични са тенденциите на сумарната еталонна евапотранспирация и за периодите април-юни и юли-август.

От Фиг. 4 се вижда, че завишението е най-малко за Кюстендил – 3.8 mm или 0.5%, най-голямо - за Павликени – 108.8 mm или 14.8%. Изпарението е намаляло с 0.3 до 0.9% в района на Петрич и Рила.

Увеличението за периода април-юни е най-голямо в района на Павликени – 34.1mm или 11.0%,най-малко - за Ивайловград – 2.2 mm или 0.7%. Намаление на изпарението се наблюдава в Пловдив, Рила, Кюстендил и Петрич. За периода юли-август, необходимостта от вода навсякъде в страната е нараснала – от 0.1 mm за Рила до 38.7 mm за Павликени.

По месеци, най-голямо е увеличението за месеците юли и август, следвано от това за май и юни (Табл. 2). По климатични подобласти – най-голямо е за Черноморската и Умереноконтинеталната – до 9.3 mm през м. август, а най-ниско – за Преходноконтинеталната климатична подобласт – до 3.7 mm за м. юли.

Таблица 1. Статистически показатели на редиците от разликите между периодите 1971-2000 и 1981-2010 г.

Показатели	Март-октомври	Април-юни	Юли-август
Ст. откл., mm	22.5	8.5	8.1
Средно аритм., mm	31.2	11.2	14.5
Коеф. на вар., %	72.2	76.4	56.1

Таблица 2. Разлики между месечните стойности на еталонната евапотранспирация за периодите 1981-2010 и 1971-2000 г.

Климатична подобласт	Март	Април	Май	Юни	Юли	Август	Септ.	Окт.
Умереноконтинентална	3.7	3.2	5.6	5.6	**7.6**	**8.8**	2.4	0.2
Преходноконтинентална	2.1	0.6	3.2	2.1	**3.7**	**4,7**	0.4	-0.9
Черноморска	4.7	3.8	6.1	6.5	**8.6**	**9.3**	4.1	1.7
Южнобългарска	2.1	0.1	2.5	1.6	**4.2**	**5.6**	0.8	0,0

Изводи

Денонощната ET_o е най-висока през месец юли. Това е свързано с високите летни температури и ниската влажност на въздуха през този месец. Максималните стойности варират през годините и по територията на страната в граници 7-11 mm/d.

Варирането на сумарната ЕТо за ПВП по територията на страната е в граници от 647 (Драгоман) до 952 mm (Сандански), за периода април-юни - от 257 mm (Драгоман) до 384 mm (Сандански), а за периода юли-август - от 237 mm (Драгоман) до 342 mm (Сандански).

Почти в цялата страна тенденциите на увеличение на ET_oот тридесетгодишния период 1971-2000 г.се запазват и през периода 1981-2010 г. В малка част от страната тенденциите се изменят от положителни в отрицателни. Съществуват някои райони без ясно очертана тенденция на изменение.

Средните стойности на сумарната еталонна евапотранспирация по периоди са по-високи с до около половин проектна поливна норма за ПВП и до около 1/3 поливна норма за кратките разглеждани периоди.

Литература

Върлев, И., З. Попова. 2004. Евапотранспирация – методи за измерване и изчисление. Почвознание, агрохимия и екология, год. XXXIX, № 1: 44-50

Allen, R.G., Smith, M., Perrier, A., and Pereira, L.S. 1994a. An update of the definition of reference evapotranspiration. ICID Bulletin, Vol. 43, No. 2: 1-34

Allen, R.G., Smith, M., Perrier, A., and Pereira, L.S. 1994b. An update of the calculation of reference evapotranspiration. ICID Bulletin, Vol. 43, No. 2: 35-92

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D.,and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrig. and Drainage Paper No. 56, Rome, 300 pp.

McKenney, M.S. and Rosenberg, N.J. 1993. Sensitivity of some potential evapotranspiration estimation methods to climate change. Agricultural and Forest meteorology, 64: 81-110

Smith, M. 1991. Report on the Expert Consultation on Procedures for Revision of FAO Guidelines for Prediction of Crop Water Requirements. FAO/AGLW, Rome

МИКРОБИОЛОГИЧЕН СТАТУС НА КАНЕЛЕНИ ПОЧВИ ПРИ РАЗЛИЧНА АГРОТЕХНИКА

Костадинка Недялкова, Радка Донкова, Иван Димитров
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

MICROBIOLOGICAL STATUS OF CHROMIC LUVISOLS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT PRACTICES

Kostadinka Nedyalkova, Radka Donkova, Ivan Dimitrov
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

A study on the influence of soil amelioration, tillage and soil variety on microbial population density and soil respiration (carbon dioxide emission) in field experiments was performed. Two Chromic Luvisol varieties differing in soil texture and chemical properties were studied. It was found that microbial group counts and soil respiration had higher values in ameliorated with lime ash soil than with limestone. Soil loosening was more favorable for biological properties than disking. Soil microflora was characterised with seasonal dynamics.

Key words: microbial population, soil respiration, amelioration, tillage, fertilization

Увод

Изучаването на измененията в почвената среда под влияние на различни агротехнически мероприятия е предмет на обширни изследвания, имащи за цел опазване на почвените ресурси. В литературните източници съществуват редица доказателства за промени във физичните, химични и биологични свойства на почвите в резултат на земеделската дейност (Jiang et al., 2011). Микробиологичните и биохимични показатели реагират най-чувствително на промените в почвената среда. Измененията в популационната плътност и активността на микроорганизмите настъпват в много по-кратък срок в сравнение с физичните и химичните показатели (Janusauskaite et al., 2013). Установени са сезонни промени в микробиалните съобщества и процеси, които се отразяват на динамиката на хранителните елементи и развитието на растенията.

Микробиологичните свойства на почвите са важна характеристика, показваща нивото и направлението на важни процеси свързани с превръщанията на веществата, достъпността на хранителни елементи за растенията, водно-въздушния режим и стуктурата, и като следствие, с плодородието на почвите.

Настоящата работа има за цел да проучи влиянието на агротехническите мероприятия (мелиорация, обработка) и почвеното различие върху почвената микрофлора и общата биологична активност.

Материал и методи

Изследвани са проби от полски опити, изведени върху канелено-подзолиста и излужена канелена горска почви от района на гр.Ихтиман. Канелено-подзолистата почва се характеризира със силна диференциация по профила. По механичен състав е

леко песъкливо-глинеста. В хумусния хоризонт съдържанието на ил и на физична глина е, съответно, 8.7% и 18.2%, докато в преходния хоризонт B_1 то е 54.3% и 62.3%. Почвата влиза в групата на много силно киселите (подзолисти) почви. Използван е класическият подход за неутрализиране на токсичната за растенията киселинност и подобряване на плодородието – варуване. Изпитано е въздействието на два мелиоранта – варовик и варова пепелина.

Излужената канелена горска почва се характеризира с плитък орен хоризонт, в който преобладава едрия пясък (средно песъкливо-глинеста). Съдържанието на ил в орния хоризонт е 18%, а физичната глина е 31.9%. В хоризонт B_1 количеството на тези фракции е, съответно 55.4% и 63.8%. При сухи условия на повърхността на тази почва се образува дебела почвена кора.

По отношение на съдържанието на хранителни елементи двете почви са добре запасени с минерален азот, предимно нитратна форма, и слабо запасени с подвижни форми на фосфор и калий. Съдържанието на хумус е средно 2.5-2.7% (Таблица 1).

Таблица 1. Описание и агрохимична характеристика на изследваните проби

Проба №, обработка, торене, култура, мелиорант	pH (H_2O)	pH (KCl)	Мин. N (mg/kg)	P_2O_5 (mg/100 g)	K_2O (mg/100 g)	Хумус (%)
Канелено-подзолиста почва						
1 Разрохкване, T_1, картофи	5.5	4.2	30.5	5.1	8.8	2.7
2 Разрохкване, T_1, картофи, варовик	5.7	4.6	38.6	12.3	9.2	2.5
3 Разрохкване, T_1, картофи, пепелина	5.9	4.7	24.8	3.7	11.0	2.7
4 Дискуване, T_2, пшеница	5.0	4.0	54.7	9.2	10.7	2.9
Излужена канелена почва						
5 Дискуване, T_2, пшеница	5.3	4.1	42.0	7.4	9.8	2.7
6 Разрохкване T_2, картофи	5.7	4.4	21.3	8.7	9.3	2.3

Пробите са взети от орния хоризонт 0-30 cm от опитни участъци с картофи и пшеница, торени по две схеми съобразно почвените особености. Комбинираното минерално торене с азот, фосфор и калий е извършено в норма N_{16} P_{16} K_{10} по две схеми – T_1 и T_2. По схема T_1 са внесени: N- под формата на CAN (калциево-амониев нитрат), P- като троен суперфосфат (46% P), K- патент калий (30% K). По схема T_2 са внесени N и K както в предишната, а фосфорния тор (Eurobio) е с по-малко съдържание на P (26-

28%). По схема T_2 е извършено също третиране с листен тор (N_{15} P_{20} K_{10}) във фаза цъфтеж при картофите и във фаза братене- при пшеницата.

Изследвано е влиянието на мелиорантите варовик и варова пепелина, внесени на канелено-подзолиста почва на нива под картофи и сравнени с вариант без мелиорант (Таблица 1, проби № 1-3). Влиянието на почвеното различие е проследено при проби № 4 и 5. Въздействието на обработките разрохкване (35-40 cm) и дискуване (10-12 cm) при еднакви норми на минерално торене е изследвано в проби от излужена канелена почва (№ 5 и 6).

Определена е числеността на популациите на специфични групи почвени микроорганизми, участващи в трансформацията на веществата в почвата (хетеротрофни бактерии, спорообразуващи бактерии, микроскопични гъби, актиномицети, бактерии използващи минерален азот и целулозоразлагащи микроорганизми) върху селективни агарови среди (Грудева и др., 2006). Анализи са извършени през лятото и есента. Резултатите са представени като брой на колонии-образуващите единици (CFU) на 1 г абсолютно суха почва.

Общата биологична активност е оценена по количеството на отделения от почвата въглероден двуокис (Alef and Nannipieri, 1998). Анализите са извършени в трикратни повторения. Резултатите са представени като средни стойности±стандартна грешка (SPSS).

Резултати и обсъждане

Числеността на микроорганизмите в мелиорираните почви, като цяло, е по-висока през есента, което се обяснява с по-благоприятнтите температура и влага в сравнение с лятото. През есенния сезон е установено понижение на числеността на хетеротрофните бактерии, бактериите използващи минерален азот и целулозоразлагащите микроорганизми, в сравнение с немелиорираната почва. По-силно потискащо действие има варовикът, докато действието на пепелината е с по-слабо изразен задържащ ефект. Това може да се дължи на по-високата стойност на pH и ниското съдържание на минерален азот в проба №3. Добре изразено увеличение на популацията на микроскопичните гъби и актиномицетите е установено и при двата мелиоранта. По-голямо е увеличението на гъбите при варовика и на актиномицетите и споровите бактерии – при пепелината (Таблица 2, проби № 1-3). Вероятно това се дължи на оструктуряващото действие на мелиорантите (калцият допринася за формиране на почвени агрегати), които способстват за известно разрохкване и подобряване аерацията на почвата.

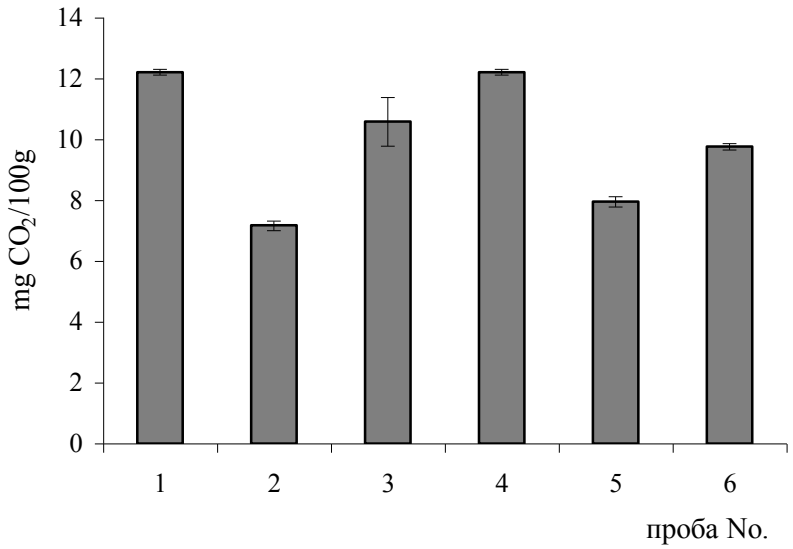
Очевидно, пепелината подобрява биологичните свойства на почвата, тъй като освен положителния ефект върху развитието на микроорганизмите, тя оказва благоприятно влияние и върху общата биологична активност. Установена е по-висока активност в пробата с пепелина в сравнение с варианта с варовик, но стойностите и при двата мелиоранта са по-ниски от немелиорираната почва (Фиг. 1). С повишаване активността на микроорганизмите се повишава и отделянето на полизахариди, които имат слепващото действие (Bolan et al., 2003) и заедно с мелиорантите подобряват почвената структура. Те оказват благоприятно влияние върху физичните, химични и биологични свойства и създават оптимални условия за микробиологичните процеси

свързани с минерализация на органичните остатъци и превръщанията на веществата в почвата, а също косвено влияят върху достъпността на хранителни елементи за растенията.

Таблица 2. Численост на микроорганизмите в изследваните почви. Обозначения: хетеротрофни бактерии (Хтр), спорообразуващи бактерии (Спр), микроскопични гъби (МГ), актиномицети (Акт), бактерии използващи минерален азот (Бакт мин.N), целулозоразлагащи микроорганизми (Цлрз)

Вариант №, обработка, торене, култура, мелиорант		**Групи микроорганизми (CFU g^{-1} x 10^6)**					
		Хтр	**Спр**	**МГ**	**Акт**	**Бакт мин. N**	**Цлрз.**
Канелено-подзолиста почва							
1 Разрохкване Т1, картофи	есен	19,53± 0,58	0,04± 0,02	0,22± 0,011	4,00± 2,00	99,33± 7,86	0,0516± 0,0038
2 Разрохкване Т1, картофи, варовик	лято	5,33± 0,77	0,17± 0,02	0,11± 0,08	0 0	66,67± 5,21	0,0056± 0,0008
	есен	12,67± 0,63	0,04± 0,03	1,42± 0,05	6,67± 0,67	71,33± 18,78	0,0053± 0,0033
3 Разрохкване Т1, картофи, пепелина	лято	7,33± 0,77	0,02 ± 0	0,67± 0,06	4,00± 2,00	24,00± 3,05	0,03± 0,01
	есен	17,07± 1,35	0,26± 0,13	0,75± 0,04	8,40± 2,61	81,00± 14,65	0,0080± 0,0015
4 Дискуване, Т2, пшеница	лято	5,33± 0,70	0,07± 0,02	0,51± 0,17	14,66± 0,067	61,33± 2,91	0,0423± 0,0057
	есен	14,73± 1,59	0,12± 0,03	0,43± 0,05	26,67± 4,37	66,67± 5,18	0,0603± 0,0044
Излужена канелена почва							
5 Дискуване, Т2, пшеница	лято	7,30± 0,67	0,02± 0	0,61± 0,09	1,33± 0,67	14,67± 1,77	0,0706± 0,0127
	есен	8,73± 0,57	0 0	0,69± 0,006	8,67± 4,05	36,00± 2,31	0,0416± 0,0060
6 Разрохкване Т2, картофи	есен	9,07± 0,98	0,22± 0,06	0,82± 0,02	11,33± 0,67	42,67± 12,87	0,0103± 0,0021

Сравнителният анализ на микрофлората при различните почви (Таблица 2, проби № 4 и 5) показа, че като цяло числеността на микроорганизмите е по-висока в канелено-подзолистата почва, както през лятото, така и през есента. Доказани разлики са установени при повечето групи през есента, а обшо за двата сезона разликите са доказани при споровите бактерии, актиномицетите и бактериите използващи минерален азот. Данните за общата биологична активност също са по-високи при канелено-подзолистата почва (Фиг. 1).



Фиг. 1. Обща биологична активност на канелено-подзолиста и излужена канелена почва - сезон есен (номерата на пробите са в съответствие с тези в таблиците)

При излужената канелена почва е установена тенденция на повишаване на количество на микрофлората през есента при по-дълбочинната обработка разрохкване в сравнение с дискуване. Данните са доказани за групите на споровите бактерии, микроскопичните гъби и целулозоразлагащите микроорганизми (Таблица 2, проби № 5 и 6). Общата биологична активност е по-висока при разрохкване (Фиг. 1) и потвърждава установената тенденция. Други автори (Janusauskaite et al., 2013) установяват понижение на числеността на хетеротрофните бактерии и микроскопичните гъби в канелена горска почва при оран (20-22см) в сравнение с плитка обработка (10-12 см).

Заключение

В условията на изведените полски опити варовата пепелина има по-добър мелиориращ ефект в сравнение с варовика - оказва положително влияние върху развитието на микроорганизмите и върху общата биологична активност.

При проведените агротехнически мероприятия, канелено-подзолистата почва запазва по-добра микробиологична активност през двата сезона. Микробиологичния статус на излужената канелена почва е по-добър при продълбочено разрохкване в сравнение с дискуване.

Числеността на изследваните групи микроорганизми, като цяло, се характеризира с ясно изразена сезонна динамика и е по-висока през есента.

Литература

Грудева В., С. Наумова, Б. Гочева, Т. Недева и С. Антонова-Николова. 2006. Ръководство по микробиология. Университетско издателство „Св. Кл. Охридски”, София.

Alef K. and P. Nannipieri. 1998. Estimation of Soil Respiration with Closed Bottles. In: Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, Harcourt Brace & Co, Publishers, London, San Diego, New York, Boston, Sidney, Tokyo, Toronto. 216-217.

Bolan N. S., D. C. Adriano, D. Curtin. 2003. Soil acidification and liming interactions with nutrient and heavy metal transformation and bioavailability. Advances in Agronomy, 78: 215-272.

Janusauskaite D., G. Kadziene, O. Auskalniene. 2013. The effect of tillage system on soil microbiota in relation to soil structure. Pol. J. Environ. Stud., 22 (5): 1387-1391.

Jiang X., A.L. Wright, J. Wang, Z. Li. 2011. Long-term tillage effects on the distribution patterns of microbial biomass and activities within soil aggregates. Catena, 87: 276-280.

СИСТЕМА ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ФИЗИЧНАТА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ИЗЛУЖЕНА КАНЕЛЕНА ГОРСКА ПОЧВА

Мартин Ненов, Иван Димитров, Дафина Николова, Росица Тончева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: nenov.martin@gmail.com

A System of Agrotechnical Solutions to Improve the Physical Characteristics of Chromic Luvisols (WRBSR, 2006)

Martin Nenov, Ivan Dimitrov, Dafina Nikolova, Rositsa Toncheva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

During the period 2011 – 2013 field experiments on Cromic Luvisols and Planosols (WRBSR, 2006) with compacted subsoil have been carried out. A system of agrotechnical measures was applied to improve some basic physical parameters of the soil.

As a result of the soil tillage system and the liming with limestone and lime ash the bulk density of the soil in the plow layer decreased from 0,06 to 0,11 g/cm^3. The Cromic Luvisols is susceptible to compaction under reduced moisture content. The negative correlation between the two parameters is highly expressed in wheat crops, especially for the disking area where the values are higher for the whole soil layer 0 – 40 cm. The soil compaction is the strongest in the soil layer 30 – 40 cm – 1,66 to 1,68 g/cm^3. An increase of the resistance of penetration into the subsoil layer 30 – 40 cm after tillage to depth 30 cm was observed. The values of the soil penetration resistance in all the variants are optimal. This is due to the good moisture content of the soil during spring-summer period as a result of irrigation. The deep soil loosening has better effect for the reduction of the soil penetration resistance compared to the soil tillage in the two investigated soils.

Key words: Chromic Luvisols, agro-technical solutions, physical parameters, crop rotations

Проблемите на земеделието в отделните райони са различни – те са специфични, конкретни и може да се решават само чрез прилагане на комплекси от мероприятия, обединени в цялостна екологосъобразна система на земеделие. Рационализирането на основните технологични звена – агротехническите мероприятия, позволява по-пълно да се използва репродуктивният потенциал на отглежданите култури при добро равнище на почвеното плодородие.

За постигане на устойчиво земеделско производство съществена роля играят агротехническите решения, като основни звена на технологиите за производство. За извършването на едно основно агротехническо мероприятие е необходимо да бъдат спазени редица изисквания и да се вземе най-точното решение (Cassel, Helson, 1985; Стойнев, 2004; Torbert et al., 2006).

С прилагането на подходящи системи за обработка, агротехнически и агромелиоративни мероприятия могат да се намалят негативните промени във функциите на почвата и чрез системен агротехнически подход да се стабилизира и

подобри почвеното плодородие, с което да се постигне устойчиво равнище на продуктивност.

Чрез оценка на изследваните вариантни решения на основните агротехнически фактори (обработка, торене, предшественик, поливен режим), използвайки съвременни математически методи и модели, е възможно да се постигне оптимизиране на технологиите за производство на земеделска продукция, и вземане на оптимални решения за добра земеделска практика върху почви с нарушено плодородие (Ненов, 2007; Cassel, Helson, 1985; Mitova, Dimitrov, 2000).

Целта на проведеното изследването е да се проучат възможностите за подобряване на параметрите на някои основни физични показатели на Излужена Канелена горска почва и силно излужена до слабо оподзолена Канелена горска почва с уплътнен подорен слой, като се приложи система от конкретни агротехнически решения, които да доведат до подобряване на физичната им характеристика.

Материал и методи

За изпълнение на поставената цел през периода 2011 – 2013 г. са проведени полски опити върху Излужена Канелена горска почва и силно излужена до слабо оподзолена Канелена горска почва от района на гр. Ихтиман.

Приложени са подходящи системи за обработка и агротехнически мероприятия с цел да се намалят негативните промени във функциите на почвата и чрез системен агротехнически подход да се стабилизира и подобри почвеното плодородие, с което да се постигне устойчиво равнище на продуктивност.

За периода на изследване върху излужената Канелена горска почва на четири опитни участъка всеки с площ от 5,5 da е приложена следната схема на опитна постановка на редуване на културите и торене:

Първо сеитбообращение: *картофи* $N_{16}P_{16}K_{10}$ (2011 – 2012 г.) – *пшеница* $N_{14}P_{10}$ (2012 – 2013 г.).

Второ сеитбообращение: *пшеница* $N_{14}P_{10}$ (2011 – 2012 г.) – *картофи* $N_{16}P_{16}K_{10}$ (2012 – 2013 г.).

Приложените системи за обработка на почвата съответно в първо и второ сеитбообращение са дадени на схема 1 и 2.

Схема 1. Системи за обработка на почвата в първо сеитбообращение

Култура	Година	Системи за обработка	
Картофи	2011 – 2012	Оран 30 – 35 cm	Разрохкване 35 – 40 cm
Пшеница	2012 – 2013	Дискуване 10 – 12 cm	Дискуване 10 – 12 cm

Схема 2. Системи за обработка на почвата във второ сеитбообращение

Култура	Година	Системи за обработка	
Пшеница	2011 – 2012	Оран 16 – 18 cm	Дискуване 10 – 12 cm
Картофи	2012 – 2013	Разрохкване 35 – 40 cm	Оран 30 – 35 cm

Системите за обработка на почвата са разработени според изискванията на застъпените в сеитбообращението култури и според почвената разновидност и нейното агротехническо и технологично състояние.

В района на Ихтиман е приложена по-дълбока основна обработка, както на излужената Канелена горска почва, така и на оподзолената Канелена горска почва. При първата проблем е вторичното уплътняване на подорницата, а при втората – *В хоризонтът* е генетически силно уплътнен, което налага провеждането на по-дълбоко продълбочаване.

Механичният състав и физичните свойства (хигроскопична влага (%), обемна плътност (g/cm^2), относителна плътност, порьозност (%), ППВ (%) и ВЗ (%), характеризиращи двете почвени различия, са дадени съответно в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Механичен състав и физични свойства на излужена Канелена горска почва, средно песъкливо-глинеста

Хоризонт; мощност, cm		Механичен състав		Хигроск. влажност, %	Обемна плътност, g/cm^3		Относителна плътност	Порьозност, %	ППВ, %	ВЗ, %
		< 0,001	< 0,01		естест. W	ППВ				
A1орн.	0-18	18,0	31,9	4,53	1,46	1,45	2,65	44,9	17,7	8,9
B1	18-44	55,4	63,8	7,20	1,57	1,37	2,70	41,9	32,7	21,3
B2	44-62	51,4	62,6	6,96	1,58	1,44	2,72	42,1	28,7	19,0
B3	62-85	46,1	58,1	6,50	1,58	1,56	2,70	41,1	24,5	16,5
BC	85-112	38,7	50,3	5,11	1,65	-	2,72	39,3	-	13,7
C1	112-147	35,1	46,0	4,66	1,66	-	2,71	39,8	-	-
C2	147-160	41,8	47,6	5,39	1,71	-	2,72	37,1	-	-

Таблица 2. Механичен състав и физични свойства на Канелена псевдоподзолиста почва, леко песъкливо-глинеста

Хоризонт; мощност, cm		Механичен състав		Хигроск. влажност, %	Обемна плътност, g/cm^3		Относителна плътност	Порьозност, %	ППВ, %	ВЗ, %
		< 0,001	< 0,01		естест. W	ППВ				
A орн.	0-18	8,7	18,2	1,15	1,39	1,41	2,66	46,9	16,1	4,9
B1	20-42	54,3	62,3	7,20	1,61	1,47	2,71	45,8	35,1	24,0
B2	42-71	48,0	58,9	6,96	1,58	1,56	2,72	42,6	31,7	20,2
B3	71-95	48,9	58,9	6,50	1,59	1,58	2,72	41,9	28,5	18,5
C1	95-130	26,1	34,4	4,66	1,66	-	2,71	-	-	-
C2	130-180	28,8	37,0	5,39	-	-	2,71	37,1	-	-

Излужената Канелена горска почва в землището на с. Живково – Ихтиман се характеризира с плитък орен хоризонт, с лек механичен състав, в който преобладава едрият пясък. Иловата фракция е едва 18%. Поради този факт при сухи условия на повърхността се образува дебела почвена кора. Обемната плътност при ППВ в орницата е висока – 1,45 g/cm^3, а относителната плътност е 2,65 – 2,70. Почвата е с ниско хумусно съдържание – около 2%, слабо запасена с макроелементи.

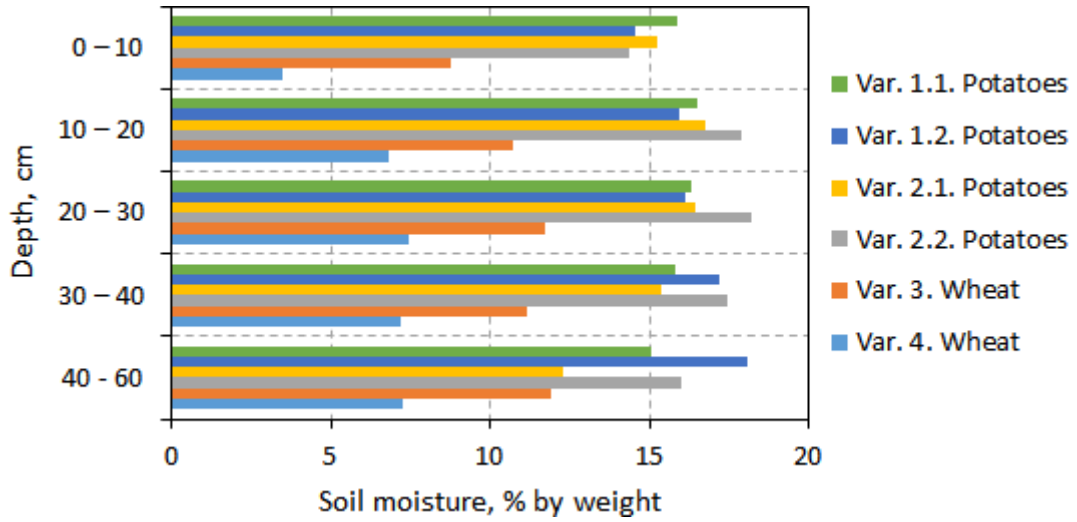
Резултати и обсъждане

Една от основните задачи на обработката на почвата е да поддържа физичното й състояние в границите на оптималните стойности. В нашия случай това е необходимо, тъй като се установява известно преуплътняване под зоната на обработката.

Установените стойности на моментното съдържание на влага в почвата във фаза изкласяване на пшеницата и цъфтеж на картофите, показват, че влажността на почвата във фаза изкласяване е 70% от ППВ при излужената Канелена горска почва. Стойностите за влажността нарастват с дълбочината на изследвания профил.

При излужената Канелена горска почва вариантите с оран са с по-висока влажност от 2,3 до 3,6% в сравнение с вариантите с дискуване.

В опитните участъци с картофи е поддържано ниво на влажност над 70% от ППВ. За отбелязване е бързото просъхване на почвата в повърхностния слой поради високото съдържание на едър пясък, както и тенденцията на по-добро придвижване на водата в дълбочина на парцелите с извършено разрохкване на над 40 cm дълбочина. В слоя 40 – 60 cm разликите са над 3% и са статистически доказани (фиг. 1).



Фиг. 1. Съдържание на почвена влага, %

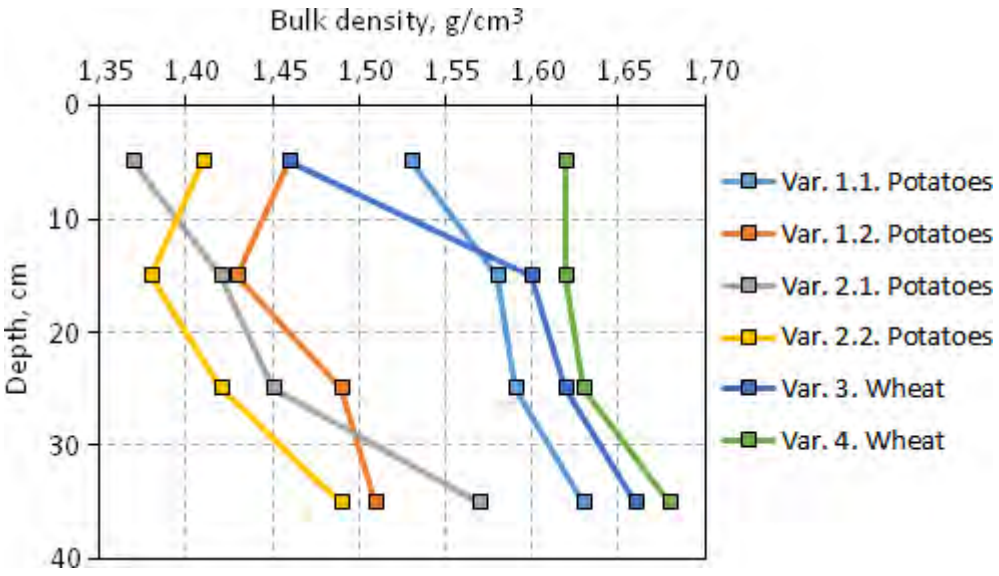
Стойностите за обемната плътност на двете почвени различия, обект на изследването, показват, че има значително уплътняване в слоя 30 – 40 cm. В орния слой обемната плътност на почвата е със стойности, които са близки до оптималните. Стойностите в подорния слой надвишават равновесната плътност и са ограничаващи за проникването на корените на растенията в дълбочина. Значително е съпротивлението на проникване в слоя 30 – 40 cm на Канелената псевдоподзолиста почва (фиг. 2).

Почвата е податлива на уплътняване при понижено съдържание на влага. При посева с картофи на по-силно излужената почва и при сравнително добро овлажняване стойностите за обемната плътност са високи. Обратната корелационна връзка между двата параметъра е силно изразена в посева с пшеница особено на дискуваните площи, където стойностите са високи за целия слой 0 – 40 cm.

Най-силно е уплътняването в почвения слой 30 – 40 cm – 1,66 до 1,68 g/cm^3.

Твърдостта на почвата е с високи стойности при излужената Канелена горска почва на опитните площи с пшеница с предсеитбена обработка дискуване в слоя 15 – 20 cm – до 96 kg/cm^2, а в слоя 35–40 cm – до 125,20 kg/cm^2. При Канелената псевдоподзолиста почва най-високи са стойностите в слоя 20 – 25 cm – до 76,80 kg/cm^2.

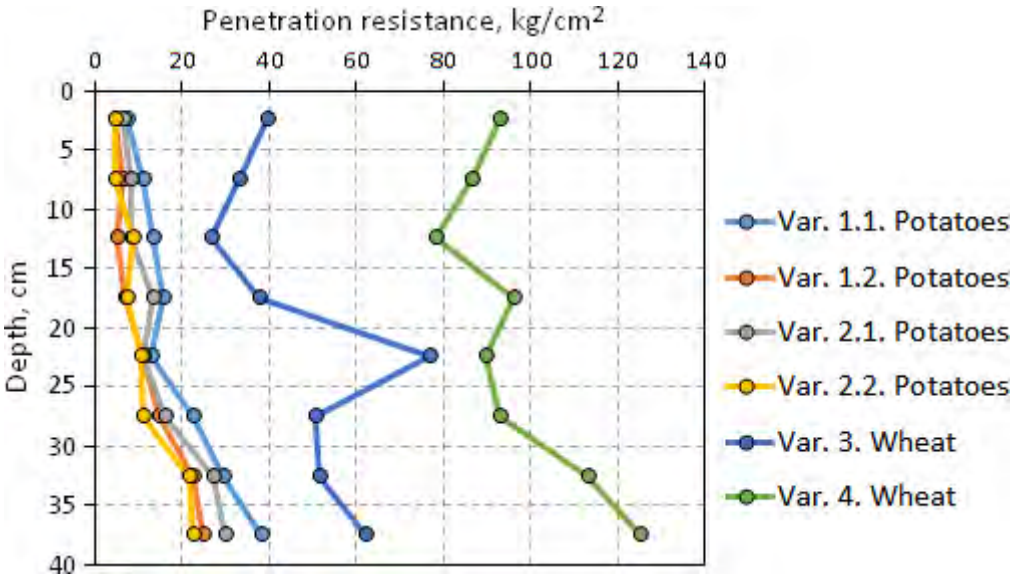
В края на периода на изследването стойностите за параметъра се понижават в резултат на целенасоченото прилагане на агротехническите мероприятия.



Фиг. 2.

Обемна плътност на почвата, g/cm^3

На опитните площи с картофи правят впечатление твърде ниските стойности, предимно след разрохкване. При оран стойностите нарастват с доказаност при 0,1% за слоевете 10 – 20 cm и 30 – 40 cm (фиг. 3).



Фиг. 3. Твърдост на почвата, kg/cm^2

Заключение

В резултат на приложената система за обработка на почвата в орния слой обемната плътност на почвата се понижава с 0,06 до 0,11 g/cm^3. По-силно излужената почва е податлива на уплътняване при понижено съдържание на влага.

Обратната корелационна връзка между двата параметъра – съдържание на влага и обемна плътност е силно изразена в посева с пшеница особено на дискуваните площи, където стойностите са високи за целия почвен слой 0 – 40 cm. В почвения слой 30 – 40 cm уплътняването е най-силно – 1,66 до 1,68 g/cm^3.

Установява се нарастване на съпротивлението на проникване в подорния слой 30 – 40 cm след извършена оран на дълбочина 30 cm.

При всички изпитвани варианти стойностите за твърдостта при отглеждане на картофи са в границите на оптималните, което се дължи на сравнително доброто овлажняване през пролетно-летния период и в резултат на напояване.

При Излужената Канелена горска почва и Излужената Канелена псевдоподзолиста почва за снижаване стойностите на обемната плътност и твърдостта по-добър ефект има дълбокото разрохкване в сравнение с оранта.

Литература

Ненов, М. 2007. Уплътняване на почвата при антропогенни въздействия. Сборник научни доклади международна конференция „Почвознанието – основа за устойчиво земеделие и опазване на околната среда", София, с. 178-181

Стойнев, К., И. Димитров. 1989. Влияние на различни системи за обработка на почвата върху строежа на орницата на излужена канелена горска почва. *Почвознание и агрохимия*, № 2, 58-66

Стойнев, К. 2004. Екологични и технологични аспекти на съвременното земеделие. *Екоиновации ЕООД*, София.

Cassel, D. K., Helson, L. A. 1985. Spatial and temporal variability of soil physical propertied of Norfolk loamy sand as affected by tillage. *Soil Tillage Research*, 5, 1: 5-17

Dimitrov, I., Mitova, T., Borissova, M. 2002. Assessement of subsoil compaction risk by soil tillage on a Vertisol and a Chromic Luvisol. Proceedings of International Conference Soils under Global Change – a Challenge for the 21st Century, vol. II, 491-496

Mitova, T., I. Dimitrov. 2000. Impact of different tillage systems on the properties of Bulgarian Chromic Luvisol. Proceeding of 2 nd Workshop and International Conference on Subsoil Compaction, Godollo, Hungary, 122-128.

Torbert, H. A., K. N. Potter and J. E. Morrison. 2006. Tillage system and fertilizer N effect on grain sorghum and wheat yields in the Texas black land prairie. Proceedings of 17 th ISTRO Conference, Kiel, Germany.

ПЛОДОРОДИЕ НА ИЗЛУЖЕНА СМОЛНИЦА В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПРИЛОЖЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИ КОМПЛЕКС

Мартин Ненов, Иван Димитров, Дафина Николова, Росица Тончева, Стайка Стратиева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: nenov.martin@gmail.com

Fertility of Haplic Vertisols (WRBSR, 2006) Depending on the Applied Agrotechnical Complex

Martin Nenov, Ivan Dimitrov, Dafina Nikolova, Rositsa Toncheva, Staika Stratieva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The study of soil tillage systems with specific operating variants, as well as technical implementation, and as a technical resource, is the basis on which experiment variants of fertilization and integrated weed control.

It has been found from the conducted long-lasting research that the greatest impact on the fertility of Haplic Vertisols is the applied fertilization, followed by the soil tillage system and the integrated weed control.

The comparative assessment between fertilized and non-fertilized variants shows a significant increase in fertility in regular use of balanced fertilization.

It was obtained a satisfactory grain yield of grain cereals and grain legumes in variants without fertilization. This proves that Haplic Vertisols has a relatively good level of fertility, taking into account the fact that the area has not been fertilized more than twenty years.

Key words: soil, fertility, agrotechnics, results

Поддържането и повишаването на почвеното плодородие е основополагащо стратегическо направление в аграрната наука. Досегашната практика безспорно доказа, че без нарастване и планомерно възпроизводство на почвеното плодородие не може да се постигне висока продуктивност на отглежданите култури и ръст на земеделското производство. Количеството на произведената селскостопанска продукция от единица площ зависи от голям брой фактори и особено в голяма степен от почвеното плодородие (Димитров, Митова, 1997; Димитрова, Борисова, 2007; Convertini et al., 1997).

Това налага научно обоснован подход при избора на агротехнически решения и прилагането на технологии за отглеждане на културите, които да са съобразени с конкретните почвено-климатични условия (Димитров и др., 2013; Torbert et al., 2006).

Основна задача на земеделието е получаването на високи добиви от отглежданите култури с високо качество. В това отношение сеитбообращението представлява важен и малко използван резерв за намаляване на загубите, причинени от плевели, болести, неприятели и др. В основата си сеитбообращенията представляват комплекс от агротехнически и организационни мероприятия за опазване и повишаване на почвеното плодородие и ефективно използване на обработваемата земя.

Обработката на почвата е важно звено от системата на земеделие и е основа за извършване на следващите агротехнически мероприятия. С влиянието си върху

физичните, агрохимичните и биологични параметри на почвата, тя се превръща във важен фактор за запазване и увеличаване на почвеното плодородие и влага и до голяма степен определя величината и стабилността на добивите.

Целта на проведеното изследване беше въз основа на дългогодишни резултати да се оценят промените в почвеното плодородие под влияние на приложените агротехнически мероприятия.

Материал и методи

В дълготраен полски опит (над двадесет години) са приложени различни комплекси от агротехнически мероприятия в зависимост от състоянието на почвата, агротехническата оценка на площта и новите решения в земеделската практика за успешно и устойчиво производство на растителна продукция. Прилагани са различни схеми на сеитбообращения с полски култури, системи за обработка на почвата, интегрирана борба с плевелите и съпътстващи агротехнически мероприятия.

При започването и завършването на всяка ротация на културите са определяни основните физикомеханични свойства на почвата: механичен състав – по Качински и структурен анализ на почвата чрез ситов анализ – сухо и мокро пресяване, относителна маса – пикнометрично, ППВ и водопроницаемост. Определяно е и съдържанието на общи форми на макроелементите – азот, фосфор и калий. В определени фази от развитието на отглежданите култури са определяни моментно съдържание на влага в тегловни проценти и обемна плътност на почвата – по тегловния метод на Качински с пръстени с обем от 100 cm^3, твърдост (съпротивление на проникване) – с твърдомер с падаща тежест с ъгъл на конуса от 30^o, обща порьозност на почвата – чрез съотношение между обемната и относителната плътност на почвата по формулата

$$V = \frac{d - \rho}{d} \cdot 100$$

където: V е обща порьозност на почвата в %; d - относителна маса на почвата в g/cm^3; ρ – обемна маса на почвата в g/cm^3. Определяно е и съотношението между твърда, течна и газообразна фази на почвата.

При сеитбата и в края на вегетацията (при прибирането) са взимани и анализирани почвени проби за определяне на усвоимите форми на азота, фосфора и калия. Отчетени са получените добиви от основна и допълнителна продукция, като е извършван структурен анализ. На всички данни е извършена математико-статистическа обработка.

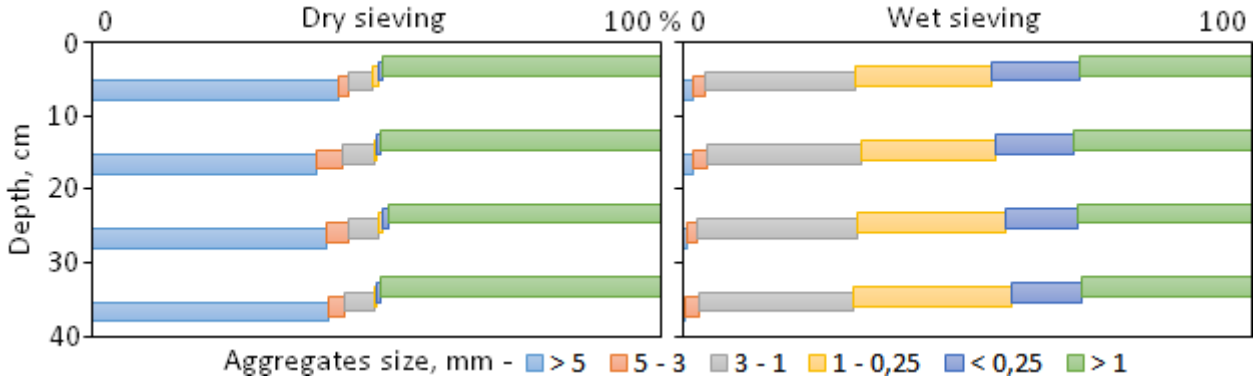
Резултати и обсъждане

От направеният анализ на данните за периода на четири ротации, т. е. за 16 години (от 1996 до 2012) са установени редица тенденции и закономерности в някои физични и агрохимични параметри, характеризиращи почвеното плодородие на Излужената Смолница.

Плодородието на почвата се идентифицира с условията на хранене на културните растения. Важна роля имат и някои физични фактори, които влияят върху развитието на кореновата система. Решенията в обработката на почвата влияят основно

върху структурното състояние, водния запас, обемната плътност и твърдостта на почвата.

Структурният анализ на почвата (фиг. 1) показва, че предимно при сухо пресяване агрегатите са с размери > 1 mm. Структурните агрегати са водоустойчиви, но с много плътен строеж. С нарастване на дълбочината фракцията на най-дребните агрегати намалява, както при сухо, така и при мокро пресяване. В слоя 30 – 40 cm след насищане с вода остават около една трета от агрегатите с размери > 1 mm.



Фиг. 1. Разпределение на почвените агрегати при сухо и мокро пресяване

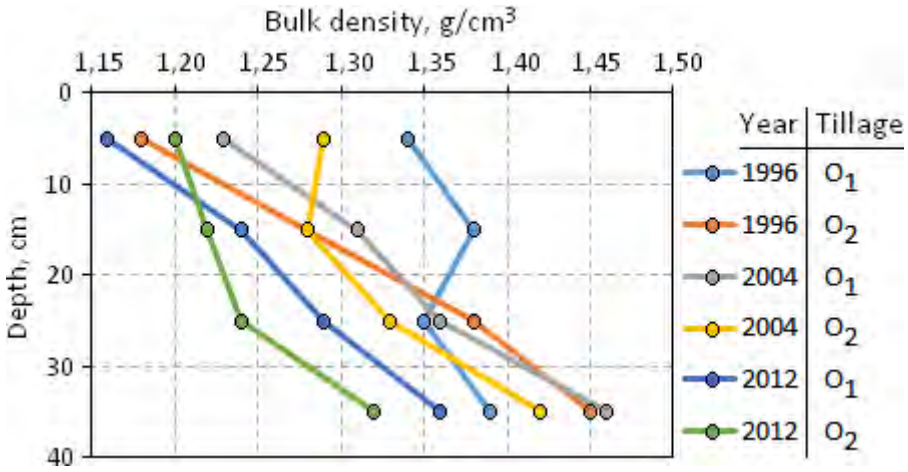
Съдържанието на почвена влага е основен физичен параметър, от който зависи динамиката на протичащите в почвата процеси, жизнените условия за полезните организми в нея, както и поникването, растежа и развитието на отглежданите култури. Не е установено влияние на вида на приложените обработки върху влажността на почвата.

Сравнителният анализ на данните показва, че при прилагане на система за обработка на почвата в рамките на един сеитбооборот успешно се подържа обемната плътност на Излужената Смолница в границите на оптималните стойности. Изключение е установено в случаите, когато моментното съдържание на влага в почвата е под 65% от ППВ. През 2012 г. в резултат на извършено разрохкване на дълбочина до 40 cm обемната плътност намалява с 0,05 g/cm^3 в слоя 20 – 40 cm. През периода 2000 – 2008 г. е установено силно уплътняване в слоя 20 – 30 cm след провеждането на плитки обработки. Това преуплътняване има остатъчен ефект, изразяващ се в запазване на високите стойности и след процеса на разуплътняване през зимния период.

При съчетаване на оранта с брануване и на сеитбата с валиране се намалява натискът върху почвения повърхностен слой, който се изразява в понижаване на обемната плътност с 0,02 – 0,035 g/cm^3. На фиг. 2 са отразени стойностите за обемната плътност, които при варианта с междуредово разрохкване за орния слой 0 – 30 cm са с 0,023 g/cm^3 по-ниски в сравнение отчетените на парцелите с култивиране.

Твърдостта на почвата до изкласяване на пшеница понижава стойностите си средно с около 20 kg/cm^2, докато след тази фаза отново нараства. През 1996 г. са отчетени високи стойности – до 94,96 kg/cm^2, през 2004 г. диапазонът на отчетените стойности е от 39,64 kg/cm^2 до 50,98 kg/cm^2, а през 2012 г. стойностите са незначително

по-високи, но при влажност средно с 8,20% по-ниска. Във варианта с дискуване при пшеницата са отчетени по-високи стойности за слоеве 10 – 20 cm и 30 – 40 cm, докато в годините с отглеждане на царевица стойностите на параметъра като обща тенденция нарастват с дълбочината на профила.



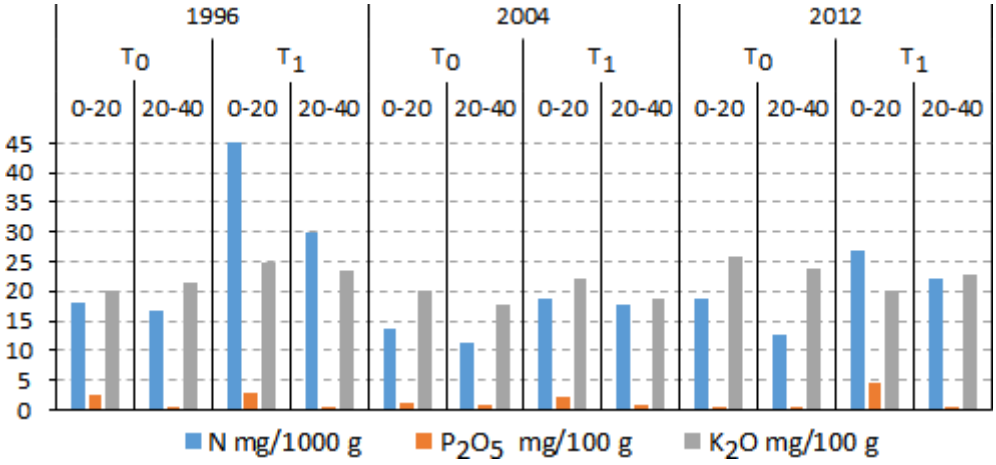
Фиг. 2. Стойности на обемната плътност през изследвания период при: O_1 – обработка плужна оран; O_2 – обработка разрохкване

Общата порьозност на Смолницата е със стойности, които са по-ниски от тези, установени при оптимално състояние на почвата. В по-плитките слоеве на почвата намалението е предимно за сметка на грубите пори с еквивалентен диаметър >200 μ. Делът на финитe пори нараства, както и на съдържащата се в тях труднодостъпна вода.

От анализа на основните параметри, определящи физичната характеристика на почвеното различие – Излужена Смолница се установи, че влагата, обемната плътност и твърдостта с малки изключения са със стойностно изражение, което е добро от агротехническа гледна точка и не ограничава развитието и функциите на кореновата система на растенията.

От агрохимичния анализ се установи, че за периода на изследването съдържанието на общ минерален азот се променя незначително, като при торените варианти от 0,188 до 0,213% в началото достига 0,196 – 0,221% в края на периода, а при неторените от 0,188 – 0,196% намалява на 0,176 – 0,190%. Съдържанието на общи форми на фосфора през целия изследван период остава почти непроменено, като в началото е 0,110 – 0,135%, а в края е съответно 0,110 – 0,146%. Съдържанието на подвижни форми на азота в изходните проби е 13,0 – 17,4 mg/kg почва за опитната площ и в резултат на минералното торене е с по-високо ниво в края на периода – от 22,2 до 26,6 mg/1000 g (фиг. 3). Анализът на данните показва лека тенденция на нарастване съдържанието на усвоим фосфор при торене с амофос в сравнение с торенето с троен суперфосфат, като фосфорът остава в недостатъчно количество, а в слоя 20 – 40 cm дори е само следи. При неторения вариант усвоимият азот запазва нивото на първоначално установеното съдържание, но това на подвижния фосфор намалява. От анализа на почвените проби, взети при изкласяване на културите се

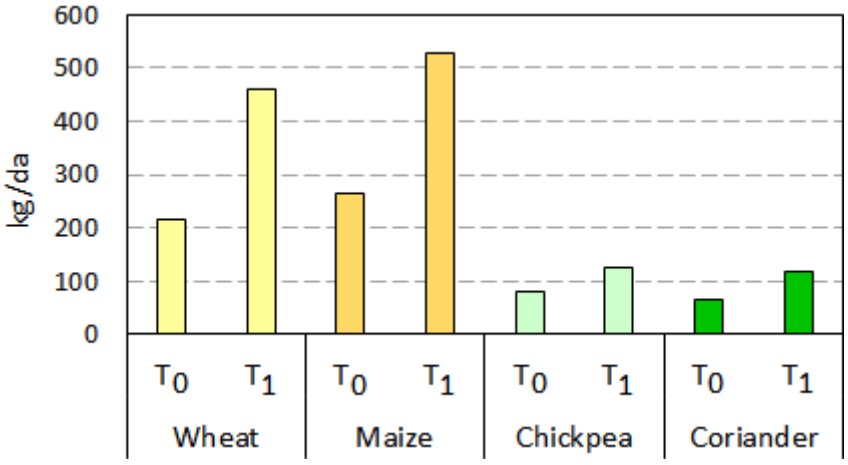
установява нарастване на разтворим калий с 3 – 6 mg/100 g почва във вариантите, торени с калиев сулфат.



Фиг. 3. Съдържание на подвижни форми NPK при: T_0 – неторен вариант; T_1 – вариант с минерално торене

При царевицата в слоя 0 – 20 cm за торените варианти е отчетено съдържание на минерален азот 10,3 – 16,1 mg/kg почва, а в слоя 20 – 40 cm стойностите за азота са по-ниски. Анализът на данните показва лека тенденция на нарастване съдържанието на усвоим фосфор при торене с амофос в сравнение с торенето с троен суперфосфат. Съдържанието на калий е задоволително и за орния слой на опитната площ се движи в границите 26,0 – 38,0 mg/100 g почва. От анализа на почвените проби, взети в края на периода, се установява нарастване на разтворим калий във неторените варианти.

Сумарен израз на ефекта от приложения агротехнически комплекс за поддържане на почвеното плодородие е количеството на получената продукция. Получени са сравнително устойчиви добиви от вариантите с торене, като сравнени с получените в района те са по-високи особено при пшеницата. Спрямо неторените варианти (в продължение на 20 години) в торените парцели е осигурен задоволителен добив (фиг. 4).



Фиг. 4. Добиви за 2012 година

Резултатите от дисперсионния анализ на данните за пшеница показват, че системата на обработка не оказва статистически значимо влияние върху добивите. Статистически доказано е само влиянието на торенето (при ниво на вероятност p < 0,01%), като 85,16% от общото вариране в данните се дължи именно на него. Най-високи средни добиви са получени при вариантите, торени с амофос като фосфорен тор и употреба на листен азотен тор (доказано при НМДР 0,1%). Резултатите са за конкретните метеорологични условия през годината на експеримента.

Направленията, в които могат да се търсят възможности за ефективно производство, са свързани главно с повишаване нивото на усвоимите фосфати и поддържане на физичните параметри в оптимални стойности.

Заключение

От проведените дългогодишни изследвания е установено, че с най-голямо влияние върху плодородието на Излужената Смолница е приложеното торене, следвано от системите за обработка на почвата и интегрираната борба срещу плевелите.

Сравнителната оценка между торени и неторени варианти показва значително нарастване на плодородието при системно прилагане на балансирано минерално торене.

От вариантите с нулево торене е получен задоволителен добив на зърно от отглежданите зърнено-житни и зърнено-бобови култури, което доказва, че Смолницата притежава сравнително добро ниво на плодородие, като се има предвид фактът, че повече от двадесет години площта не е торена.

Литература

Димитров, И., Т. Митова. 1997. Влияние на системите за обработка на почвата и торенето върху продуктивността на сеитбообращения при неполивни условия. *Растениевъдни науки,* 34(9-10), 65-69

Димитров, И., Д. Николова, Р. Тончева, С. Стратиева, М. Ненов. 2013. Технологични решения за устойчиво земеделие при агроекологичните условия на Софийското поле. *Почвознание агрохимия и екология*, № 1, 19-24

Димитрова, Ф., Борисова, М. 2007. Агрохимични аспекти на почвеното плодородие при продължително минерално торене. Научни доклади. Международна конференция „Почвознанието – основа за устойчиво земеделие и оказване на околната среда", София, 324-327

Dimitrov, I., Koutev, V., Borissov, P. 2001. Changes in organic nitrogen content in soil depending of different tillage and fertilizing systems. 11 th NITROGEN WORKSHOP, INRA, Reims, France, 287-289

Convertini, G. et al. 1997. Comparison among soil tillage methods in southern Italy: Effects on agronomical responses and soil properties. Proceedings of 14 th ISTRO Conference, Pulawy, Poland, t. 2A, 155-158

Torbert, H. A., K. N. Potter and J. E. Morrison. 2006.Tillage system and fertilizer N effect on grain sorghum and wheat yields in the Texas black land prairie. Proceedings of 17 th ISTRO Conference, Kiel, Germany.

THE DYNAMICS OF PHYSICAL PHENOMENA AND CHEMICALS IN THE HIGH PLATEAUS: THE CASE OF THE PROVINCE OF ALGERIA MOSTAGANEM (SOIL, WATER, EROSION, POLLUTION)

Ouabel Habib*, Gacemi Abdelhamid, Benkhalifa Mohamed***
**University of Mostaganem, Algeria*
***INRAA, Experimental Station of Hmadna, Algeria*

Abstract

The plateau of Mostaganem represents a case of most affected ecosystem in Algeria by degradation of its soil and water resources. It is a sandy coastal area covering over 78 100 hectares, characterized by a significant wind activity and thus a strong erosive power. Additionally to this erosive effect, the plateau is under strong urban concentration and economic activities: agriculture, industry and port, which threaten as much its resources, that it's basic ecological balance.

This work is a contribution to the diagnosis of the state of degradation of the plateau of Mostaganem subject to various agricultural and industrial constraints that affected its natural soil and water resources.

One important result of this approach is that the degradation of Mostaganem plateau exists in several forms at the same time it remains undervalued because it has not benefited enough attention from scientists or even socio-economic operators. She half-opened, however, an investigation way of primary importance on ecological and environmental impacts of rapid development conducted in the region, in the medium and long term.

Key words: Plateau, Mostaganem, Degradation, soil

Introduction

Plateau of Mostaganem is a case of an ecosystem most affected in Algeria by its resource degradation in soil and water. This plateau is part of sandy sets that are located between Mostaganem and Ténès along the western side of the country that have over fifty kilometers from coastline and where aeolian transportation is very active (Mederbal 1983; Benest, 1985). It constitutes a coastal area covering more than 78,100 ha, characterized by a strong eolian activity dominated by northwest winds. These can remain active for several months in the year. Additionally to this erosive effect, the plateau is subjected to a high urban concentration and various economic activities that threaten its resources as its fundamental ecological balances (Lorne, 1959).

To diagnose the state of degradation of the soil, it is currently made resorts to indicators of soil quality. For reliable diagnosis, this approach is based initially, on the determination of the key properties as well as the suitable processes of the soil able to constitute relevant indicators of quality. These indicators must provide a minimum of data necessary to the qualitative evaluation of the soil (Andrews and *al*. 2004). The multivariate statistical approaches, such as the principal component analysis (ACP), can be an appropriate tool for first identification of the most sensitive indicators or those whose impact is most important on the quality of the grounds (Pajares-Moreno et *al*., 2010).

Indeed, the ACP can provide an average objective of extraction and quantification of varied relative information to complexed whole of varied data plain (Wander and Bollero, 1999).

In the present study on degradation of the soil resources and out of water, we were confronted with the weakness of the data relating to the plateau of Mostaganem. Indeed, very few physical information exists on the area, even less recent, to allow to carry out comparisons on a temporal scale of the environmental characteristics. This leads us to adopt an approach based mainly on cartographic tools.

The use of the latter can be regarded as a space-time indicator which allows, by crossing of the eco-pedological factors of the medium, to define a set of zones spatialized according to their state of degradation but also compared to their suscessibility in degradation. Indeed, these two parameters: the degradation and susceptibility to degradation represent only the two faces of the same behavior of an ecosystem with respect to the agents of degradation to which its natural resources are subjected.

Material and Methods

In this approach, it is mainly the physical and agro-pedological properties of the plateau of Mostaganem which are taken into account.

For this purpose, we adopted a methodology of work that consists of five main steps:

• Acquisition of the data (maps and files).
• Data processing (Georeferencing, Rasterisation).
• Formatting the basis of geographic data.
• Formatting the basis of alphanumeric data.
• Analysis and Editing.

Zone of Study. The plateau of Mostaganem is located north-west of Algeria. It is bordered to the northwest by the solid mass of Sabkha of Arzew and north-east by the plain and wadi of Chélif south against the strengths of the plain of Relizane. It extends over an area of 110600 ha (Fig. 1).

The geographic coordinates delimiting the tray Mostaganem determined by MapInfo 8.5 according to the metric scale (UTM) are: *X1 = Y1 = 3958522.71 222646.08* m;
X2 = Y2 = 3992014.29 294285.74 m

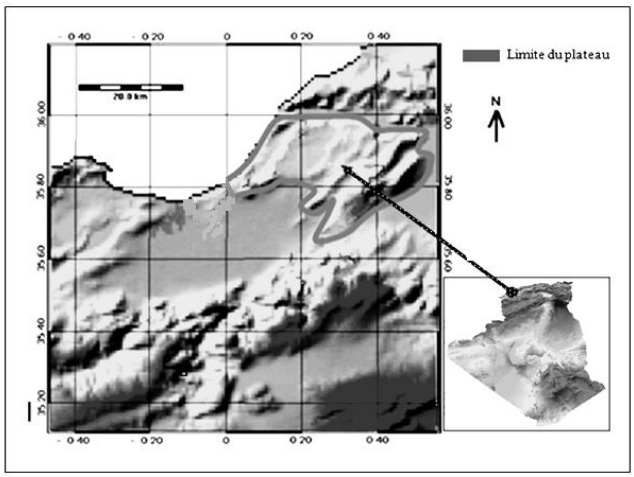


Fig. 1. Map of limitation of the plate of Mostaganem

Sampling soil

In the case of this study, soil samples were collected at several stations by the geosystemic sampling method based on taking into account the relief and land occupation (Fig. 2) Indeed, 26 profiles were performed in 17 stations with an average of 1 to 2 profiles per station. The horizon is the basic unit of sampling. The soil is collected in five replicates per site at a depth of 50 cm in order to maximize the space variations, because according to Baize (1988), the carbon rate decreases with the depth;

On the field, four samples are taken using a soil auger, after two perpendicular diameters of a circle of 60 meters radius is directly mixed to obtain a composite sample by taking into account the spatial heterogeneity of the medium. The soil collected at each site, is dried in the open air in plates and in a sufficiently ventilated area; after drying, the soil was sieved to 2 mm for chemical analysis. All samples were bagged and carefully labelled; they are then put in a cardboard to prevent possible damage during transport.

For no composite soil sampling for measuring of the density and the moisture

1. The coarse litter is released and the cylinder with the volume V is inserted gently into the soil to collect the level 0-20 cm;

2. The ground is dug around the cylinder and the soil below the auger is cut.

3. Then we proceed to the removal of the soil in the cylinder with a knife and put it in a plastic bag which is immediately closed

4. On the site of conditioning, the fresh soil is weighed in order to obtain the fresh weight (W1); then the soil is dried in an oven at 105 °C for 48 hours to obtain the dry weight (W2)

5. We then calculate the soil bulk density (Da): Da = W2 / V (g/cm^3) and moisture content, is obtained by: Hp = (W1 – W2) / W2 (%)

For the study of soils, the following materials were used:

– Cylinders for sampling, to measure the bulk density and moisture content.

– Auger to sample composite ground for the physico-chemical analyses in laboratory.

– Plastic bags to contain the soil samples.

– A drying oven to dry the samples of soil.

– A pH meter to measure the pH of different soils.

– A Muffle furnace

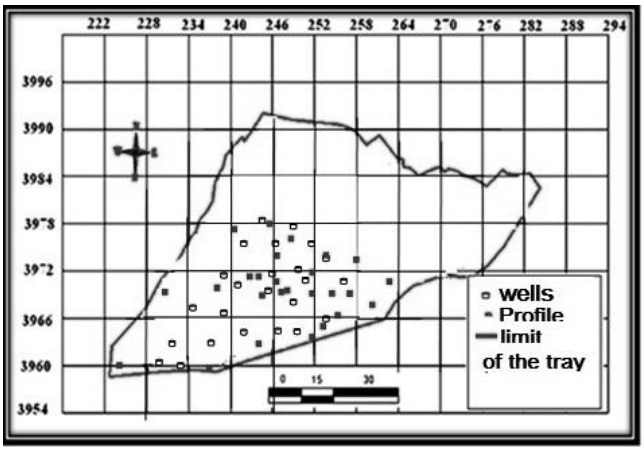


Fig. 2. Diagram of sampling of soil

Results and Discussion

Granulometric analysis

The triangles of textures make it possible to classify the soils according to their grain-size distribution reduced to three fractions (sand, silt, clay) whose sum is equal to 100%.

We used the triangle of the U.S.D.A (United States Department of Agriculture) with 12 classes (Baize, 1971) to analyze our granulometric results.

The texture triangle (Fig. 3) shows that the profiles are textures distributed along the clay-sand axis and defining three classes that predominate in the study area:

– Class sandy-clay soils

– Class clay-silty soils,

– Class sandy soil.

In the tray of Mostaganem sandy fraction is more dominant compared to the clay and silt fractions; it varies between 66 and 94% with a mean of 80.42%. For the argillaceous fraction, it varies between 0.15 and 10.21% with an average rate of 6.4%. On the other side the silt fraction remains low and varies between 3.9 and 20.96% with an average of 12.77%.

The distribution curve of the sand fraction of the studied samples (Fig. 5) shows that high frequencies are located on the side of the largest proportions of sand above 60% (right side of the histogram). In this case the cumulative occurrence is an average of 41.

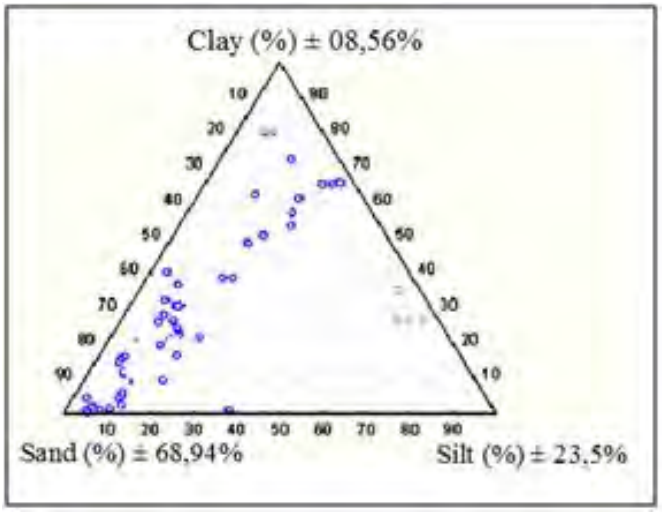


Fig. 3. Results of textures in the plateau of Mostaganem

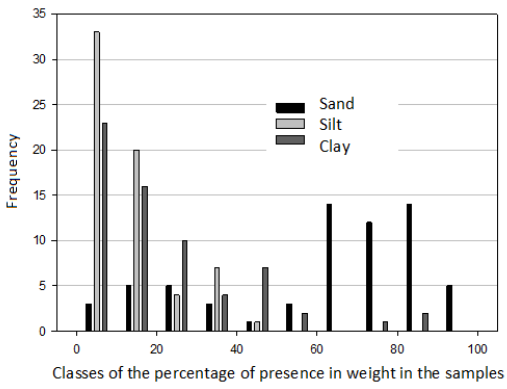


Fig. 4. Distribution of particle size fractions

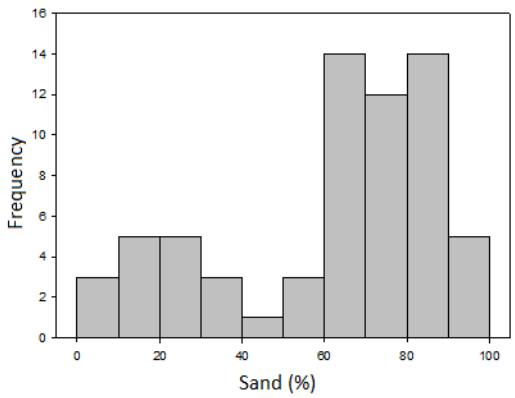


Fig. 5. Distribution of the sandy fraction

On the other side, the small proportions out of sands (< 30%) locate on the left histogram with a cumulated occurrence which does not exceed 13.

The histogram of the distribution of the argillaceous fraction of the soil samples taken in the tray (Fig. 6), shows a very great occurrence cumulated of almost 50 (nearly 77% of the whole of the samples) for the lower proportions out of clay 30%.

Potential hydrogen pH. On the whole (Fig. 7), the soils of the study area recorded a dominance class of pH between 7 and 8 with a cumulative occurrence of 58, which represents nearly 89% of all samples.

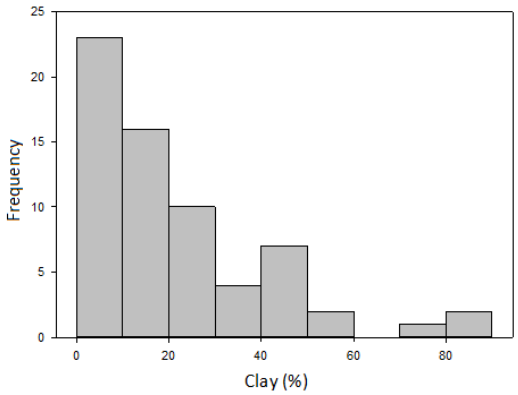


Fig. 6. Distribution of the clay in the tray

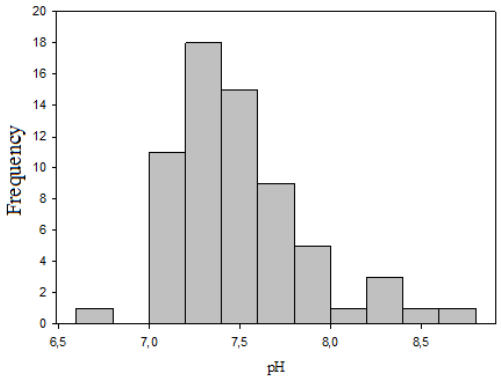


Fig. 7. Distribution of the pH values of the analyzed samples

Total limestone. Results of the content of $CaCO_3$ (Fig. 8), summarizing the various classes of $CaCO_3$ which the soil of the studied zone contain. The area is characterized by a large dispersion in values of $CaCO_3$.

Electric conductivity. It is noted that the soils are saline with a median value of the electric conductivity of the extract of saturated paste equal to 4.21 $mS.cm^{-1}$ (or $dS.m^{-1}$)

Organic matter. The results of the organic material (Fig. 10) shows the various classes that contain the soil of the tray, which are characterized by a high content of organic matter with the exception for some grounds.

Indeed, 40 and 54% of the samples of analyzed soils have respectively between 2 to 4% and more than 4% of organic matter.

Analysis of ions

Eigenvalues and eigenvectors

The eigenvalues are used to quantify the proportion of information explained by each axis, so it measures the degree of the highest correlation among all variables. Whereas the clean vector is the projection always perpendicular of the variable vectors to the main axis. With each eigenvalue corresponds a eigenvector.

The eigenvalue is 3.70 (Table 1) and corresponds to a percentage of 17.63%, which is the ratio of the eigenvalue of the first axis to the sum of all eigenvalues multiplied by 100 and expressed from the information explained in the first axis.

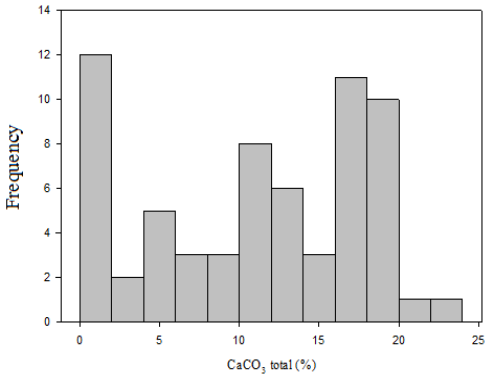


Fig. 8. Distribution of different classes of $CaCO_3$ of soil

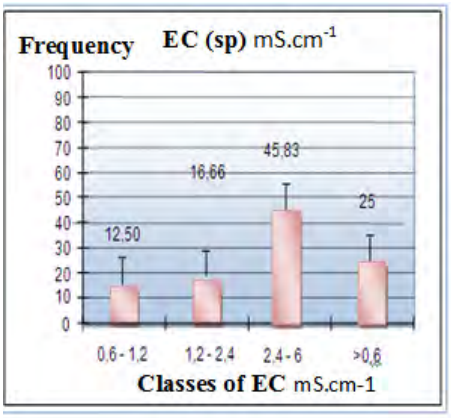


Fig. 9. Classes of electric conductivity

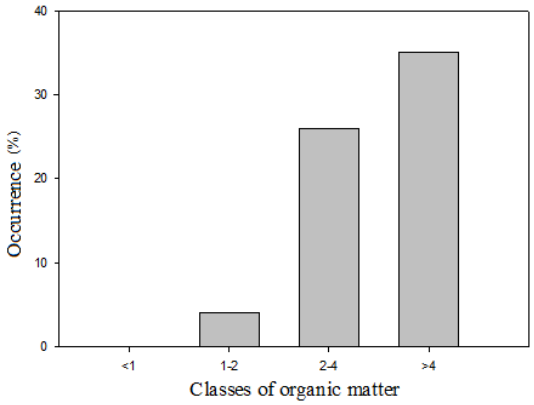


Fig. 10. Class distribution of organic matter

Table 1. Eigenvalues of variables

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Eigenvalue	3,70	3,21	2,58	1,97	1,88	1,51	1,21	1,19	1,05
% variance	17,63	15,30	12,30	9,38	8,97	7,19	5,78	5,67	4,99
% cumulative	17,63	32,92	45,22	54,60	63,57	70,77	76,55	82,21	87,20

The share of information explained by the two axes is the sum of the parts explained by each axis

Axis 1 – Axis 2 : 17 ,63%	+ 15,30%	= 32,93%	for the plan 1 – 2
Axis 1 – Axis 3 : 17 ,63%	+ 12,30%	= 29,93%	for the plan 1 – 3
Axis 1 – Axis 4 : 17 ,63%	+ 9,38%	= 27 ,01%	for the plan 1 – 4
Axis 2 – Axis 3 :15,30%	+ 12,30%	= 27,60%	for the plan 2 – 3
Axis 2 – Axis 4 : 15,30%	+ 9,38%	= 24,68%	for the plan 2 – 4
Axis 3 – Axis 4: 12,30%	+ 9,38%	= 21,68%	for the plan 3 – 4

The number of factor to be retained is a purely arbitrary decision. According to the rule of Kaiser and the test of Cattell. The layout of the eigenvalues shows nine axIs which represent and synthesize as well as possible information in our study. Indeed, the share of the explained information of the first to the ninth axis is of 87,20%.

Study of the variables. The review of contributions table variables can identify variables that have a dominant role in the formation of a factorial axis role.

Axis 1: Axis of predominantly active limestone

Variables	Square cosine	Contribution of the variable %
CA %	0,79	21,31
X TOTAL	0,78	21,02
TL	0,78	21,02
Chlorine	0,31	8,35

Axis 2: Axis of predominantly of Magnesium

Variables	Square cosine	Contribution of the variable %
Mg mg/l	0,74	22,88
Na mg/l	0,44	13,72
CL %	0,44	13,68
Sulfates	0,28	8,58

Axis 3: Axis of predominantly coarse sand

variables	square cosine	Contribution of the variable %
CS %	0,49	19,11
FS %	0,46	17,89
OC %	0,40	15,36
OM %	0,34	13,15
pH d	0,28	11,02

Axis 4: Axis of predominance of the electrical conductivity of the diluted extract

Variables	Square cosine	Contribution of the variable %
EC	0,42	21,08
FS%	0,25	15,73

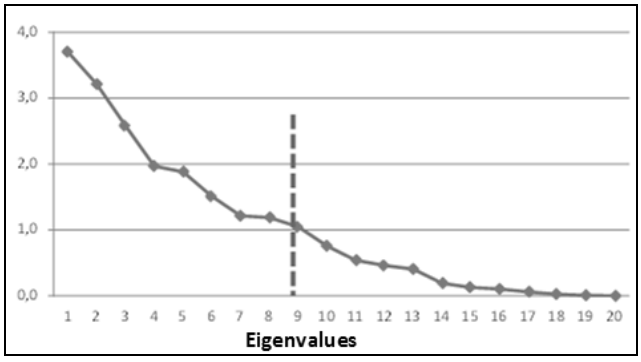


Fig. 11. Layout of eigenvalues of variables

Analysis of projections of the variables on the factorial plan

The diagram of axis F1 and F2 alone explains 33% of the information; it includes the variables into two sets (Total limestone TL%, Ca% and chlorine) and (Mg, Na, FS% (fine silt) and Sulfate). Between the variables in the group there is a strong correlation. The vector of organic carbon and organic matter short length indicates a low correlation. The vector of organic carbon and organic matter short length indicates a low correlation, so bad considerations of the soil cover by all two axes. On the other side the vector of Mg with a great length indicates its influence in the definition of axis 2.

2-3 axis Plan which explains 28% of the information shows that the axis 3 raises several variables: OC (organic carbone), OM (organic matter), CS (coarse silt), Mg, Na, CS (coarse sand), FS (fine sand), pH and EC.

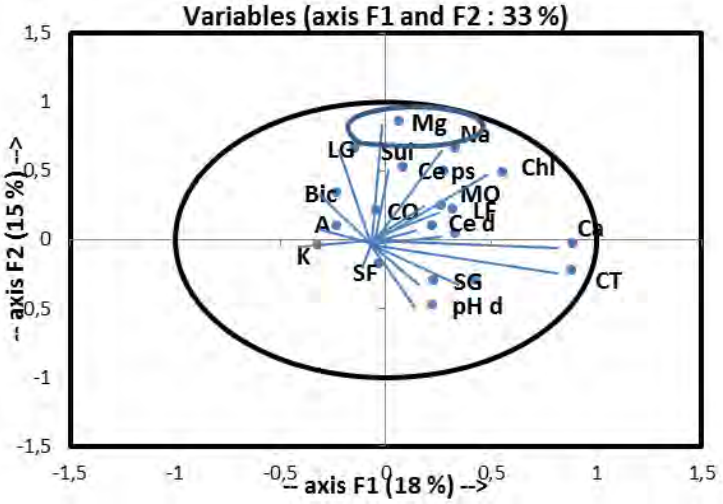


Fig. 12. Projection of the variables on the Plan axis 1-2

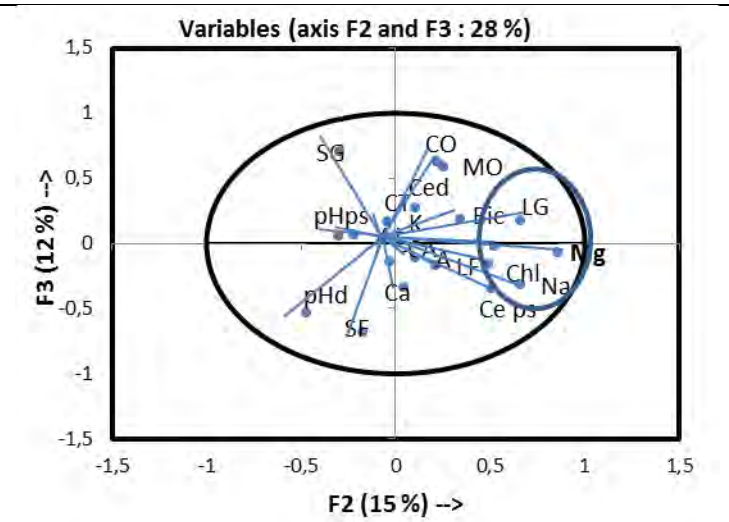


Fig. 13. Projection des variables sur le plan axe 2-3

Discussion

To approach the discussion of the various results presented in this work, it is important to consider in terms of methodology, the fact that the soils are subject to various anthropogenic pressures related to consumption and urban development, agricultural and industrial (soil working, irrigation, fertilization, micro pollutants, construction, and industrial wastes). It is necessary particularly to add the other shapes of physical degradation of the soils of the plateau of Mostaganem generated by water and wind erosion. But in a comprehensive manner, it is possible to identify in the field a strong wind erosion activity throughout the area surrounding Mazagnan. In this case, it can be observed two areas of high wind activity the north-western part and the south-western part, In the north-western part, it is water erosion in uncultivated natural environment which is expressed in the form of centered circuses where Sheet erosion is important. The south-eastern part, on the other hand, is strongly marked by

the formation of ravines and drains. Sheet erosion is less present in the naked medium compared to cultivated areas due to the influence of soil working on susceptibility to erosion. There appears the effect of anthropic action that amplifies the process of soil degradation by erosion. Similar situations affecting other cities of the plateau of Mostaganem such as: the south-western part of Mostaganem, the south-eastern zone of Ain Nouissy and Ain Sidi Cherif. It is therefore important to analyze in relation to urban and industrial development, the phenomena of water and wind erosion of soils of the plateau.

Indeed, the comparison of erosion processes and vegetation of the study areas shows a clear relationship between the degree of soil contamination and the rate of their covering plant often disturbed by the urban and industrial pressures.

To complete this discussion, it is necessary to remember that the diagnosis of the state of degradation of the plateau of Mostaganem is a complex approach in which many factors intervene. Therefore, it cannot be apprehended deeply in a study like the present work. As by the extent of field data must be grouped by the heterogeneity of the different areas that must be addressed separately.

Indeed, the case of the city of Mostaganem, cannot be approached in the same way as the city of Hassi Mameche. The first being coveted by a major urban concentration, agricultural and industrial while the second concerned only by agricultural activity

Conclusions

In perspective, it is important that the issue of the study agents of degradation of soil resources based on an integrated scheme that would involve all stakeholders in the medium. This study must be done in continuity and should lead to indicators of soil health able to allow different operators to evaluate their impact on the environment in order to maintain an ecological balance of the region in within the framework of socio-economic development.

References

Mederbal, 1983; **Benest,** 1985. Evolution de la plate-forme de l'Ouest algérien et du Nord-Est ces matorrals se présentent sous différents états de dégradation. p. 156

Lorne, 1959. Parcourir 1959 par auteur "LORNE, R." 0-9 (Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy (FRA), 1959).

Andrews and al., 2004. Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A. 2004. The soil management assessment framework: A quantitative soil quality evaluation method. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68: 1945-1962

Pajares-Moreno, S., Gallardo-Lancho, J.F., Etchevers-Barra, J.D. 2010. Biochemical indicators in soils from an altitudinal ransect at the Mexican Neovolcanic belt. *Agrociencia*, 44: 261-274

Wande, M. M., Bollero, G. A. 1999. Soil quality assessment of tillage impacts in Illinois. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63: 961-971

Baize, D. et Jabiol, B. 1995.Guide pour la description des sols, édition I.N.R.A Paris. 375 p.

Baize, D. 1988. Guide des analyses courantes en pédologie édition I.N.R.A Paris. 172 p.

GREEK AGRICULTURE AND SOIL RESOURCES

Ch. Paschalidis[1], V. Kavvadias[2], I. Chouliaras[3], V. Dalamagas[4], D. Paschalidis[5], P. Sinioros[6], S. Sotiropoulos[7] and D. Petropoulos[1]

[1]ETI, School of Agricultural Technology, Kalamata; ELGO-DIMITRA, Attiki; [3]Agriculture University of Athens; [4]Hellenic Ministry of Environment, Athens; [5]Management Consulting, Aniksi; [6]TEI PIRAEUS; [7]Greek Agricultural Insurance Organization, Tripoli, Greece
E-mail: chpaschal46@yahoo.gr

Abstract

In this paper some basics for Greek agriculture and the contribution of soil resources of the country are given. The main problems caused by reckless human activities in the territories as well as the measures to be taken for the protection of soil resources are described. The agricultural sector is one of the main pillars of the Greek economy. In the last 4 decades the contribution of agriculture section on GDP decrease from 15% to 6%.In Greece, the cultivated land was 66% of the total area between 2000 and 2006 covering the surface of 8.7 million hectares. Since soil used in agriculture 3.3 million hectares are grown, while 4.9 million of hectares is grass. About 500,000 hectares of farmland, left fallow per year. The 56% of farm land is lie in lowlands and the 44% are mounted and hilly areas. The 82,7% of the cultivated land lying in disadvantages areas. (56% of mountain areas). On the other hand, in 25 E.U countries the cultivating areas are 55.4% and 16.3% there are mounted and hilly areas. The 33% of the arable land is irrigated. In recent decades irritated areas have approximately tripled.

Key words: Agriculture economy, sustainability, soil recourses

Introduction

With the increase of population and overcrowding in the coming decades on the planet, land resources exploitation and reaping of the produced organic mass takes place and is projected to become more pronounced, resulting in disruption of the biological cycle. About 25% of the growing food needs can be met by increasing the cultivated area and 15% of the increase in multiple culture. 60% should come out from increased yields in land already cultivated. Worldwide, the cultivated land per capita will be reduced gradually from 3 acres, which is currently, at 2.3 acres up to 2020 (Lai R., 1991) and to 1.5 hectares up to 2050. Thus, the greatest challenge humanity has to face in the 21st century will be to meet the basic needs in food, fiber, fuel and raw materials, from the maximum available per capita land of 1.5 acres or less. The technologies for sustainable land and water management in the 21st century should take into consideration such a restriction. Main restrictions on the use of land resources for agricultural production is drought, nutrient stress, soil shallowness, water excess and continuous frost (Simonis A. 1993, Simonis A., *et al*. 1994).

Greek Agriculture and Soil Resources

Agricultural sector is considered to be one of the key sectors of Greek economy, however with significant and many problems. These problems mainly are related to the way policy, the enlargement of the European Union which strongly influences the viability and

competitiveness of our country's agriculture. Fruits, vegetables, olive oil and cereals are traditional Mediterranean products and make up a large field of Greek rural economy referred on the level of employment, the cultivated land and value production. During the last four decades the contribution of Greek agricultural sector to the Gross Domestic Product (GDP) has been reduced from 15% to less than 6%. The contribution of agricultural production to GDP decreased from 9.9% in 1995 to 7.3% in 2000 and then to 5.2% in 2006 (Kaditi E., Nitsche E., 2010).

In Greece, the agricultural land was 66% of the total land in the period from 2000 to 2006, covering a surface of 8.7 million hectares. In relation to the soil used for agriculture, 3.3 million hectares are crops, while 0.49 million hectares are pasture. About 500.000 hectares of arable land are left under fallow each year. 33% of arable land is irrigated.

Table 1. Soil Allocation of Greece (%)

(Land %)/ Decade	1960- 1969	1970- 1979	1980- 1989	1990- 1999	2000- 2003
Agriculture Land	70	71	71	70	66
Crops	23	23	22	22	21
Forestry	..	..	..	26	28

Source: WDI 2007

Table 2. Categories of Quality of Greek Soil Resources

	10^6 ha	%
High quality of Soil	2.49	19
Average quality of Soil	2.33	18
Low quality of Soil	7.57	57
Non uncluded area (urban land, lakes, etc)	0.79	6

Source: CEC 1992

Furthermore, 56% of arable land is in the lowland areas, while the rest are in mountainous or hilly areas. Finally, 82.7% of used agricultural land is located in disadvantaged areas, 56.4% from which is located in mountain areas. The corresponding quantities for the EU is 55% and 16.3%.

Regarding the specificity of crops, in 2005 approximately 22% was mixed cultures, whereas 78% specialized (compared to 84% in 2003). It should be noted that used agricultural land covers only 30% of the total surface, and the average size of farms is less than 50 hectares, when for the UK is 55.7 hectares, Denmark 53.7 and France 48.7 hectares. (CEC, 1992) The number of farms is estimated at about 833.000, of which 76% have a size less than 5.0 acres while less than 1% have a size larger than 50 hectares. It should be stressed that, over time, the number of large farms has been increased at the expense of smaller ones. It is worth noting that the cultivated land in Greece has been decreased mainly because of the reductions in the production of cotton and tobacco, as well as grains and oilseed crops. In recent decades farmers were led to overexploitation of the most sensitive soil resources, leading many of them to suffer severe damage and great destruction from erosion and

widespread degradation of their physical and chemical properties. Also the use of high quality productive land for industrial, residential, tourist and other non agriculture uses that severely destroy for ever or reduce the suitability of soils for agricultural use. National land policy (Yiassoglou, 1985) has to be determine that defines land use zones and key operating rules that ensure its sustainability.

References

CEC. 1992. The State of the Environment in the European Community, EEC Com (92) 23 Final- Vol III, Brussels, Belgium

Lai R. 1991. Soil research for agricultural sustainability in the tropics, p. 66-90 In: NRC (ed) Toward sustainability, Nat. Ac. Press.

Simonis A. 1993. Problem soils of Greece, FAO/ ECE symposium on Agriculture and the Environment, Geneva, Switzerland.

Simonis A. 1994. Soil Resources - Agriculture, Proceedings of the 5th Greek Soil Conference, Xanthi.

Kaditi E., Nitsche E. 2010. Report 60. The agricultural sector in Greece. Centre of Planning and Economic Research, Athens.

Yiassoglou N. 1985. Land use, policy, defining and conditions in Greece. First scientific meeting of Greek Soil Association. Utilization of land resources Geotechnical 1, pp. 19-36.

FAO 1979. Agriculture towards the year 2000, Rome, FAO.

FAO 1983. Guidelines for the control of soil degradation, Rome, FAO.

Simonis A. 1993. Problem soils of Greece, FAO / ECE Symposium on Agriculture and the Environment, Geneva, Switzerland.

NATIONAL PROBLEM: CONFRONT OF SOIL EROSION IN GREECE

Ch. Paschalidis[1], V. Kavvadias[2], I. Chouliaras[3], V. Dalamagas[4], D. Paschalidis[5], P. Sinioros[6], S. Sotiropoulos[7] and D. Petropoulos[1]

[1]ETI, School of Agricultural Technology, Kalamata; ELGO-DIMITRA, Attiki; [3]Agriculture University of Athens; [4]Hellenic Ministry of Environment, Athens; [5]Management Consulting, Aniksi; [6]TEI PIRAEUS; [7]Greek Agricultural Insurance Organization, Tripoli, Greece

E-mail: chpaschal46@yahoo.gr

Abstract

In this paper a detailed overview on soil erosion problem and its effects of in agriculture is presented. Particularly it sis underlined the importance of the soil protection problem - from erosion, improving fertility, and the elimination of the consequences. The 25% of cultivated soil in Greece is approximately 700,000 hectares. Although erosion includes about half of cultivated hilly and mountainous areas of the country that have slopes greater than 15^0 there are also cases of abandonment of many fields due to low soil fertility. Further increase in the production of agricultural products, in order to meet the ever growing needs of the world's population, will be problematic. For this reason it is necessary to take the necessary anti- erosion measures to protect soils. These measures will effectively contribute to the protection of the environment and conservation of agricultural resources. For this goal, it is highlighted the need to make in-depth study of the erosion problem, implementing effective warning measures, deter and eliminate the effects of erosion and improve the fertility of the already eroded soils. Finally, forest fires, mining operations and holiday homes in forests exacerbate the erosion phenomena. Particularly for Greece, the erosion problem the elimination of its effects, is urgent and essential.

Key words: erosion, measures, conservation

Introduction

Improper land use by humans has led to land degradation, particularly in hilly areas, resulting in low productivity and depletion of water resources. Extensive deforestation and intensive cultivation of sloping areas has led to erosion and degradation (Kosmas et al. 1993). Erosion adversely affects soil productivity and therefore to there degradation (Kreznor et al. 1989). Topsoil losses each year, worldwide, according to estimates by the World Watch Institute, are estimated at 24.000.000.000 t.

Erosion is the most common form of land degradation, and accounts for 84% of land degraded areas (Gardner, 1996). According to experimental data and many researchers opinion {Culver D., Goujon N., (1974), Heibenkuber A., Sehmidtein E., (1987), Helgadottir A.,(1988), Kohnke H., and BertnardA., (1962), Paganias KP (1988), Paganias K.P., Mitsios I.K. and Paschalidis Ch., (1992, 1993)}, the risk faced by mankind due to soil erosion is multifaceted and therefore the struggle for its prevention is quite relevant for all countries. Protection and rational utilization of land resources and water, in the modern age, is a universal problem. Soil, water and air at all times were and remain especially today the main conditions of existence and man survival. The problem of soil protection from erosion is becoming increasingly important because erosion destroys soil structure, reduces the quality of the produced agricultural products and significantly reduces agricultural production. It is

further recognized that soil erosion is a scourge for agriculture and livestock. In short, erosion is the most serious factor that negatively impacts on the natural environment, disrupting the biological balance of the ecosystem.

In this paper an overview is given of the problem of soil erosion and its effects in agriculture. Generally losses are referred, caused in the past and today, by soil erosion, which is a result of unsustainable exploitation of land resources, of non-development and implementation in the production sequence of effective anti-erosion measures and ways to improve soil fertility.

The problem of soil erosion in Greece

Soil is our most precious heritage, the backbone of our agriculture. It is a non-renewable source of wealth creation, necessary and indispensable for the survival and development of the country. Erosion causes soil degradation - partial or total loss of productivity. The physical, territorial, geological, geomorphological, topographical and climatic conditions of the country favor the development of all forms of errosion. The Greek soils are among the most susceptible to soil erosion in the world, for the following reasons (Grigorakis Ch., 1967,Mitsios I. K., Paschalidis Ch. D. and Paganias K.P, 1995. Panou DA, 1982, Parousis H., Alexandris S., Simonis A. 1990, Alexandris S., 1990, Yassoglou N., 1985, Yassoglou N. and Kosmas C., 1990).

• Greek soils contain low percentage of organic matter. Low percentage of organic matter in soils do not help to the creation of sustainable soil aggregates in the destructive power of rainwater drops and does not improve soil physical properties (water capacity, etc.).

• The inconsistentgeological materials, which exist in most Greek soils.

• The relief of the massif of Greek land with the existence of dense and large gradients.

• The dry climate combined to rapid and torrential rains.

Apart from the above referred reasons there are other factors that accelerate soil erosion in our country, such as the limited use of manure and other organic fertilizers (green manure, use of various plant residues, use of urban liquid waste, etc.), the use of heavy machinery, poor soil cover, the every year cultivation, the grain sowing in mountain slopes, grazing and frequent fires that take place in pastures and forests. In Greece 26.5% of the total area, i.e area of 3.5 million hectares, presents surface laminar erosion, grooved surface erosion and erosion of gorge type. Western Lesvos has desertified (Marathanou et al. 1999). Hilly regions at Boiotia and Thessaly are directly threatened by desertification, while in the southern foothills of HymettusMountain, up to Sounion and in some areas of Corinth soils have been impoverished. Land reclamation, continuous irrigation, pollution with chemicals, overgrazing, drought and fires have led to degradation of soils in many areas of the country. Every decade in Greece have been lost 3% -4% of the slopes, while according to a study of Athens Agriculture University- in a hilly region have been lost 30 cm of soil. "*Every year we have soil losses that reach 0,4-1,4 cm in cultivated slopes, which are deposited in the lower parts of the plain*", (Kosmas K.,). For our country erosion (Kosmas et al., 2006, Theocharopoulos et al., 2003, 2007) appears to be one of the main factors of Greek soil degradation.

The decisive factor for the erosion in our country is the topography (relief). Greece, is a mountainous country (2/3 of its surface) is subject to intense erosion. Moreover, the form of relief, steep slopes and continuous succession of these gradients (folds) create suitable conditions for torrents formation, particularly in areas where man intervenes, whether they are on the streambeds, or in the wider basin. Eftichidis (1987) evaluating the existing calculations for many streams, comes out with an estimate that the 700 torrents that exist in our country remove annually 100.000.000 m^3 of sediment.

Latest estimates by Kotoulas (1989) result in an annual transfer of sediment of approximately 86.000.000 m^3. Admitting the last estimate as more accurate and taking into consideration that about 35% of these sediment materials consist of thin soil we conclude that the productive soil loss due to erosion is 30.000.000 m^3. From the information of Kaiki and colleagues (1986) it appears that situation is much worse when the soil slope are at the level of 40%, since in this case the errosion gets to 300 m^3 / ha. Therefore, finally, the problem of forest fires is the primary unfavorable factor resulting in Greek soil erosion.

The average annual burnt forest areas (1964-1986) is approximately 250.000 acres. About 1/3 of such land (83.000 acres) were structured forests, the second 1/3 was low evergreen broadleaved forests, heaths and dense brushwoodand the remaining 1/3 sparsebrushwoods and grassland (Kailidis 1990). Therefore, each year an area of forests at least 166.000 acres loses its protective mantle and exposed to intense erosion due to fires. In 2007 under the existing data about 3.000.000 acres were destroyed in our country by fires from June 22 to August 30. Fires, farming practices and vegetation management seems to be the main factors that exacerbate the effects of erosion. The effect of fire on soil erosion is described in detail by Baloutsos et.al, (2001).

Taking into consideration that transported by erosion thin soil material is up to 30.000.000 m^3 and based on the average percentage of the soil total nitrogen, phosphorus and potassium respectively N = 0,05%, P = 0,05% and K = 1.5%, the total national annual loss of nutrients is of the order: 18.000 tons of nitrogen, 18,000 tons of phosphorus and 540.000 tones potassium. From these data it can be concluded that half quantities of fertilizers used in agriculture are lost due to erosion. The economic damage to the national economy from the adverse knock-on effects of erosion is very difficult to be estimated, since the total loss of national soil (case of rock movement due to intense erosion) is not possible, nor permitted, to be measured in monetary terms.

Aims and principles of soil protection

The soil protection is aimed at maintaining and improving the chemical and physical properties of soil. The main objectives for soil protection from erosion should be (MitsiosI. K., Paschalidis Ch. D. & Paganias K.P, 1995.):

• Erosion reduction to such an extent that natural regeneration of soil in combination with soil improvement measures to balance and neutralize fertility reduction caused by corrosion.

• Ensure all necessary nutrients to plants and soil moisture in order to minimize losses of nutrients by leaching with water runoff.

• Maintain and increase organic matter in soils and reduce the oxidation of organic matter in order to reduce losses and increase the content of soil organic matter by adding organic fertilizer, the utilization of industrial waste and municipal liquid waste.

• Maintenance and improvement of the soil physical properties, with the construction of the necessary improvement projects, proper crop rotation, rational fertilization, etc.

• Choose the best irrigation system to prevent erosion in sloping lands.

In the total of the protection measures the first position should be occupied by erosion prevention measures. Because it is very difficult and in some cases almost impossible, to restore the eroded soil fertility in the state that existed before errosion. No method of soil protection from erosion can be considered as unique. In each case appropriate against errosion works should be applied, adapted to natural farming and climatic conditions of different regions. It should be held in our mind that the soil protection is achieved by their prudent and rational utilization, and also by taking all appropriate measures to maintain soil fertility.

References

Alexandris S. 1990. Soil organic matter and nutrient losses from forest and bush fires. 3rd Hellenic Soil Science Congress "Protection of soil quality of life" Hel. Soc of Soil Science. April 26- 28, pp 37- 46.

Baloutsos G., Ikonomou A. & Kanoukis K. 2001. The flood risk in catchments after fire: Issue analysis and reduction measurement. Conference Proceedings. Of "Restoration of burnt areas". Athens

Culver P. and Seecharam R. 1986. Factor that influence the adoption of soil conservation technologies" Farm Econ" C.A 20 No 2

Eftichidis G. 1987. The erosion in Greece. The New Ecology. October 42-45

Gardner G. 1996. Preserving agricultural resources. State of the World. P 78- 96

Goujon & Bailly 1974. Soil protection and conservation against of erosion.

Grigorakis Ch. 1967. Problems caused by soil erosion in Greece. New Agriculture Review. June 1967.

HeibenKuber A. and Sekmidtlein E. 1987. Problem der Bodenrosion fur Landwirtsehaft und Umwelt "Forderungsdienst", 35 No 2.

Helgadottir A. 1988. testing grass species and varieties for Land reformation in Iceland "Journal Agriculture Science Finland". Sci. Find 60. No 4.

Kaikis M., Paulidis Th. & Stefanidis P. 1986. Erosion as a potential consequence of Fire. A specific example. Results and announcements of Forest Protection Conference. Athens.

Kailidis D. 1990. Forest Fires. Thessaloniki.

Kohnke H, Bestrand A. 1962. Soil Conservation

Kosmas C., Danalatos N., Moustakas N., Tsatiris B., Kallianou Ch., Yassoglou N. 1993. The impacts of parent material and landscape position on drought and biomass production of wheat under semi- arid conditions. Soil Technology 6, 337- 349.

Kosmas C., Panalatos N., &Kosmopoulos P. 2006. Soil erosion in Greece. Int. Journal Boardman and Poessen (eds). Soil Erosion in Europe J. Wiley. Pp 279- 288.

Kotoulas D. K. 1989. Forest of Greece. Physics' History of Goulandris Museum. Press .

Kreznor W. R., Olson K. R., Banwart W. L., Johnson D. L. 1989. Soil, landscape and erosion relationship in a Northwest Illinois watershed. Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 1763-1771.

Marathanou M., Kosmas C., Geronidis St., and Detsis. 1999. Land- use change and degradation in Lesvos: An Historical approach. Land degradation and Development. J 10.

Mitsios I. K. 1994. Environmental effects of fertilizer on crops. Monograph. Universitu Press Volos.

MitsiosI. K., Paschalidis Ch. D., Paganias K.P. 1995. Soil erosion. Anti-corrosion protection measurements. Zimel Press. Athens p 68.

Paschalidis Ch., Mitsios I. K., Paganias K. P and Taratsa A. 1993. Protection and optimizationOf Soil A necessary condition for the survival of humanity. Cooperative Agricultural Vol 3, pp 62- 64.

Paganias K.P, Mitsios I. K., Paschalidis Ch. D. 1992. National Issue: Addressing soil erosion. Cooperative Agricultural Vol 1, pp 62- 64.

Panou D. A. (1982). "The Green National Landscaping gold". Panou Press. Athens

Parousis M., Alexandris S., Simonis A. 1990. Erosion Issue of Greek Soils Terrance. Conference proceedings of 3rd Panhellenic Soil Protection Conference- Life Quality. Thessaloniki

Theoharopoulos S.P. 2007. Soil of Greece: Status problems and Solutions. Proceedings Medcosland Conference 26- 31 May 2007. Tunis.

Theoharopoulos S.P., Floran M., Kalantzakas H., Walling D., Christou-Karayianni M., Touktas P., & Nikolaou T. 2003. Soil erosion and re- distribution rates in cultivated catchment in central Greece, estimated using the C_5 -173 technique. Soil and Tillage Resarch 69: 153- 162.

Yassoglou N. 1985. Land Use, policy and conditions in Greece. 1st Science Conference of Hellinic Soil Corporation "Development of Soil Resources". Geotechnical Vol 1: 19- 36.

Yassoglou N. & Kosmas C. 1990. Potential erosion and desertification risk in Greece. Balkan Scientific Conference on Environmental Protection. Bulgarian Academy of Science.

СРАВНИТЕЛНО ИЗПИТВАНЕ НА РАЗЛИЧНИ НОРМИ КОМПОСТ И МИНЕРАЛНИ ТОРОВЕ ПРИ ЗЕЛЕН ФАСУЛ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Здравка Петкова, Костадинка Недялкова, Радка Донкова
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: petkova17@yahoo.com

COMPARATIVE STUDY OF DIFFERENT COMPOST AND FERTILIZER RATES ON GREEN BENAS (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Zdravka Petkova, Kostadinka Nedyalkova, Radka Donkova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

A pot experiment on Alluvial meadow soil to study the effect of single or combined compost and NPK fertilizer application on green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) biomass was carried out. The soil chemical and microbiological status was examined, as well. Different rates of compost-NPK fertilization were tested. The highest biomass yield (leaves, pods and roots) was obtained under the highest compost rate plus mineral fertilizers. Mineral fertilization had negative impact on the most microbial groups. The combined treatment of compost plus the lowest norm of nitrogen fertilization stimulated indigenous nodule bacteria infection in green beans roots.

Key words: organic and mineral fertilization, green beans, rhizosphere microorganisms

Увод

Актуална задача пред земеделските производители е получаването на високи добиви от културите с добро качество, с регулиране и поддържане на почвеното плодородие, и обезпечена защита на околната среда. Интензификацията на земеделското производство е съпроводена с намаляване на почвеното органично вещество. Увеличаването на запасите му би могло да се постигне с използването на алтернативни източници – органични торове и компости. Компостирането на следжътвените остатъци е ефективно средство за оползотворяване и връщане в кръговрата на основните хранителни вещества, изнесени с растенията. Чрез внасянето на компости се повишава почвеното органично вещество, подобрява се структурата на почвата и плодородието и. Фасулът е едногодишно растение. Кореновата му система е сравнително добре развита, но не се възстановява при нараняване и презасаждане. Затова фасулът не се отглежда чрез разсад. Централният корен бързо прониква на дълбочина. Страничните разклонения се разпростират нашироко и обхващат почвения слой на дълбочина до 60 см. По корените му се образуват грудки от азотофиксиращи бактерии. Взискателен е към въздушната влажност, но не и към почвения тип. Не се препоръчва обаче да се засява на кисели почви, както и на такива с високи подпочвени води. Той е топлолюбива, широко разпространена култура и е едно от основните зърнено-бобови растения в нашата страна и в много страни особено от зоната на умерения пояс.

Цел на изследването е да се установи влиянието на самостоятелното торене с компост и минерални торове и съчетаването им върху биомасата на зелен фасул, агрохимичните свойства на почвата и ризосферните микроорганизми.

Материал и методи

Изследването е проведено на базата на вегетационен опит с алувиално-ливадна почва (Fluvisol, FAO, 2006) (Shishkov, T. 2011), характеризираща се с неутрална реакция, $pH_{(KCl)}$ = 6.0 и ниско съдържание на общ C= 0.72% и общ N= 0.089%. Добре запасена е с подвижен калий - 37.3 mg/100g и фосфор - 45.0 mg/100g. (табл.1). Опитът е изведен по следната схема: **1.** Контрола – почва, **2.** компост- 1,72 кг, **3.** почва + NPK -66 mg/kg почва (N:P:K= 1:0.8:0.8), **4.** почва + 160 г компост+ N_1 (33 mgN/kg) +P_1+K_1, **5**. почва + 320 г компост+ N_2 (66 mgN/kg) +P_2+K_2, **6.** почва + 480 г компост+ N_3 (99 mgN/kg) +P_3+K_3, **7**. почва + 640 г компост+ N_4 (132 mgN/kg) +P_4+K_4. Съотношението на основните макроелементи е N:P:K= 1:0,8:0,8.

Използваният компост е произведен от смесването на слама с излужена смолница, Божурище и добавяне на амониева селитра за достигане на съотношение C:N=25:1 в получения субстрат. След едногодишното компостиране компостът съдържа 0,63% общ азот и 7,47% общ въглерод при съотношение на C:N=11,85. Опитът е изведен в съдове с вместимост 1,72 кг почва (компост) в 3 повторения.

След засяване на зеления фасул са определени почвената реакция (потенциометрично в KCl), съдържание на хумус (Kononova M., 1963), общ (Келдал) и минерален азот (Bremner, J., D. Keeny (1965), подвижни форми на фосфор (Ivanov, 1984) и калий. Във фаза цъфтеж е отчетено количеството на основните групи микроорганизми в ризосферата на фасула на селективни агарови среди (Grudeva et al., 2006). Резултатите са представени като брой на колинии-образуващите единици на 1 г абсолютно суха почва (CFU/g). Отчетен е броя, свежото и сухо тегло, и обема на грудките по корените на зеления фасул. Получените резултати са обработени чрез ANOVA, показани са стандартното отклонение и най-малките доказани разлики при $P< 0.05$.

Резултати и обсъждане

От представените на таблица 1 данни се вижда, че стойностите на pH при вариантите с по-високите норми компост и минерални торове се повишават в сравнение с котролата, като варирането на pH в различните варианти е слабо. Подобна тенденция се отбелязва и при данните за количеството на минералния азот в почвата. Количеството му е най-ниско в контролния вариант и варира в различна степен в амониевата и нитратна форма на азота, като почти във всички варианти преобладава количеството на нитратния азот. Нараства и съдържанието на подвижните форми на калия и фосфора.

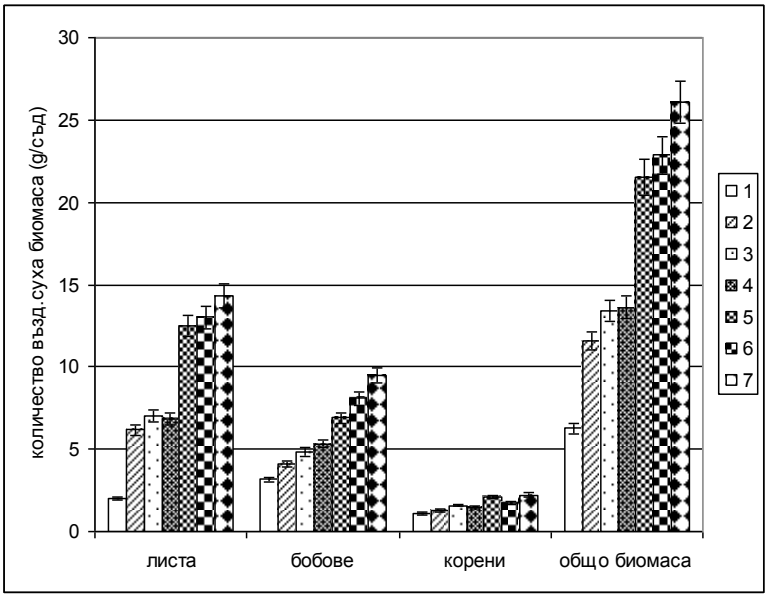
Фенологичните наблюдения установяват по-доброто развитие на растенията в торените варианти с сравнение с контролата. Това е видно и от получените данни за добива биомаса от зелен фасул, представени на фигура 1. Най-ниско е общото количество биомаса в контролния вариант. То нараства последователно с увеличаване нормите на торене с компост и минерални торове. Съгласно данните от получените

добиви и фенологичните наблюдения по време на опита най-благоприятни условия за растеж на зеления фасул са създадени във вариантите с по-високите норми компост и минерални торове (5, 6 и 7). Внасянето на компост в почвата подобрява нейния състав, а минималните количества минерални торове са съчетани добре, така че да създадат условия за възможно най-доброто балансирано хранене на отглежданата култура. Този ефект е постигнат в най-пълна степен във варианта с максималната норма компост плюс минерални торове.

Таблица 1. Съдържание на минерален азот, фосфор, калий и pH в почвата в съдов опит със зелен фасул

№	Варианти	$pH_{(KCl)}$	$N\text{-}NH_4$ mg/kg	$N\text{-}NO_3$ mg/kg	Сума мин.N	K_2O mg/100g	P_2O_5 mg/100g	Общ N,%
1	Контрола	6.00	14,35	20.55	34.9	37.3	45.0	0.089
2	компост	6.04	18.22	20.45	38.67	49.45	53.0	0.19
3	почва + NPK	6.10	17.20	21.10	38.30	39.8	47.3	0.23
4	почва + 160 г компост+ $N_1K_1P_1$	6.19	18.41	22.00	40.41	42.50	42.20	0.25
5	почва + 320г компос+ $N_2K_2P_2$	6.30	14.50	24.9	39.4	41.90	46.00	0.27
6	п. + 480г. компост+ $N_3K_3P_3$	6.35	13.80	27.5	41.3	49.78	50.08	0.28
7	почва + 640 г компост+ $N_4K_4P_4$	6.40	14.1	30.67	44.77	50.35	52.05	0.32

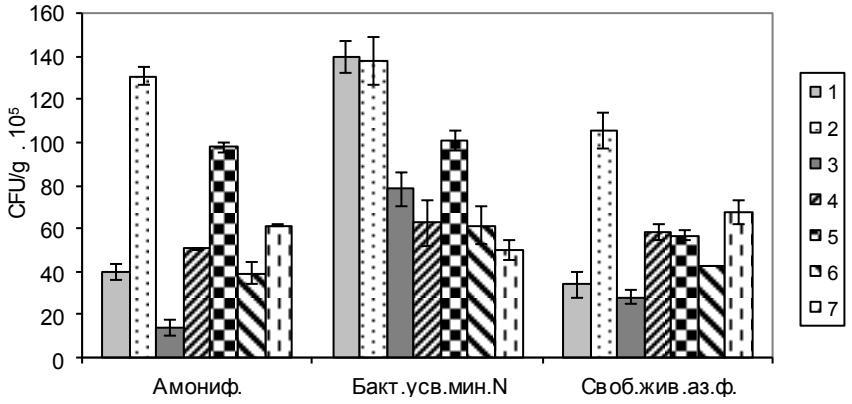
Аналогични резултати са получени и при внасяне на оборски тор в опит със зелен фасул в оранжерийни условия от Stancheva, I. et all, (2004), Mitova, I., Dimitrov I., Atanasova E., I. Stancheva, (2008) и Petkova, Z. B., R. M. Mitovska (2002). С нарастване нормите на внесения компост и минералните торове се увеличава количеството листа и корени.



Фиг. 1. Добив биомаса от опит със зелен фасул

Подобна зависимост е установена и за количеството бобове (фиг.1), което също нараства във вариантите с по-високи норми, но тази тенденция е изразена в по-малка степен отколкото при развитието на листната маса. По-бързото развитие и създаване на по-голяма листна маса при по-високите норми на торене е напълно логично и това предполага залагането на по-висок добив от бобове.

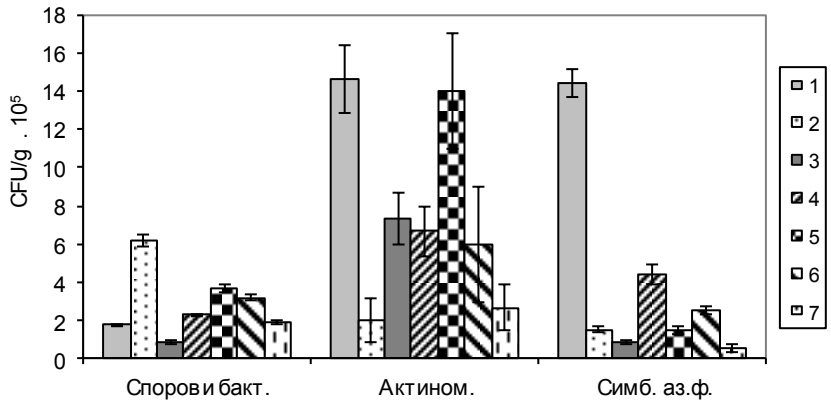
Получените данни от микробиологичните изследвания показват, че изходната почва (контрола) съдържа най-високо количество микроорганизми от групите на бактериите, усвояващи минерален азот, актиномицетите, симбиотичните азотфиксатори, целулозоразлагащите микроорганизми и гъбите.



Фиг. 2. Количество на амонифициращите микроорга-низми, бактериите усвояващи минерален азот и свободно живущите азотфиксатори в ризосферата на фасул във фаза цъфтеж

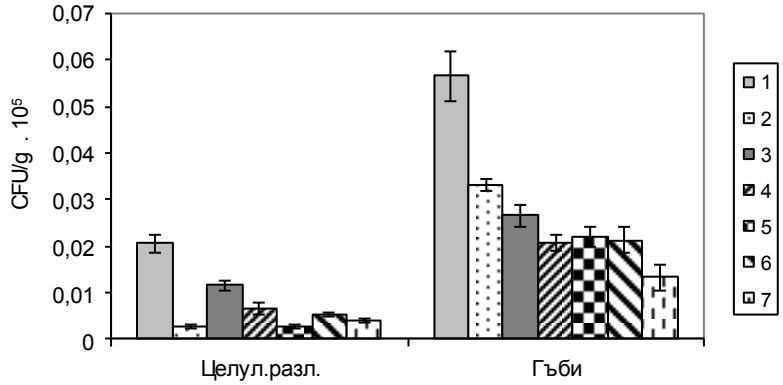
Установено е наличие на голям брой симбиотични азотфиксиращи бактерии в тази почва. Във вариант 2 (само компост) се съдържа по-високо количество амонифициращи, свободноживущи азотфиксиращи микроорганизми и спорови бактерии в сравнение с контролата и всички останали варианти и значително по-малко количество на актиномицети, целулозоразлагащи микроорганизми и симбиотични азотфиксатори (Фигури 2-4).

Във вариант 3 (NPK - минерално торене) се понижава количеството на голяма част от изследваните микроорганизми - аминификаторите, бактериите, усвояващи минерален азот, актиномицетите, целулозоразлагащите микроорганизми, симбиотичните азотфиксатори и гъбите. Внасянето на компост + ниска доза NPK (вариант 4) се отразява стимулиращо върху амонифициращите и свободноживущите азотфиксиращи микроорганизми и споровите бактерии, но количеството на останалите групи се понижава. Стимулиращ ефект върху същите групи - амонифициращи, свободноживущи азотфиксатори и спорови бактерии е установен и във вариант 5. Във вариант 6 се понижава количеството на голяма част от изследваните групи – бактериите, усвояващи минерален азот, актиномицетите, симбиотичните азотфиксатори, целулозоразлагащите микроорганизми и гъбите; повишават се единствено споровите бактерии.



Фиг. 3. Количество на споровите бактерии, актиномицетите и симбиотичните азотфиксатори в ризосферата на фасул във фаза цъфтеж

Понижение на същите групи микроорганизми е отчетено и във вариант 7, но количеството на амонифициращите и свободноживущите азотфиксиращи микроорганизми се повишава (Фигури 2-4).



Фиг. 4. Количество на целулозоразлагащите микроорганизми и микроскопичните гъби в ризосферата на фасул във фаза цъфтеж

В изведения опит не е провеждана инокулация на фасула със селекционирани щамове грудкови бактерии, но е установена вирулентност на естествено разпространени в почвата бактерии. Както бе посочено по-горе, в контролата е установен голям брой симбиотични азотфиксиращи бактерии, което се отразява върху образуването на грудки по корените. Броят на отчетените грудки в контролната почва във фаза цъфтеж е значително по-висок от останалите варианти и е близък с този във вариант 4. Във фаза плододаване най-висок брой грудки е отчетен във вариант 4, следван от вариант 2 (само компост) и контролата. Подобни резултати са получени от Atanasova, E., I. Perfanova, R. Donkova (2014) също в съдов опит, но със сминдух и

инокулирана с Rhizobium spp излужена смолница. Сухото тегло и обемът на грудките са най-високи във варианти 2 и 4.

Заключение

Самостоятелното торене с компост дава по-голямо количество биомаса от зелен фасул, съизмеримо с това при торене с ниска норма минерални торове (N_1 -33 mg/kg, P_1 – 26 mg/kg, K_1-26 mg mg/kg). Комбинацията компост-минерално торене води до по-голямо увеличение на количеството на формираната биомаса.

Внесените в почвата компост и минерални торове не водят до влошаване на почвената киселинност и подобряват хранителния режим за растенията.

Развитието на изследваните групи микроорганизми се потиска в различна степен от самостоятелното минерално торене, а при съчетание на компост с ниска или умерена доза минерални торове се активира. Съчетанието на компост с ниска доза минерални торове повишава вирулентността на естествено разпространените грудкови бактерии по корените на фасула.

Литература

Atanasova, E., I. Perfanova, R. Donkova 2014. Growing of fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.) in dependence on water regime and inoculation with nitrogen fixing bacteria Rhizobium, Book of Proc, IXth International Soil Science Congress, 14-16 oct 2014, Side, Antalia/ Turkey, pp 255.

Bremner, J., D. Keeny 1965. Steam Distillation Methods for Determination of Ammonium, Nitrate and Nitrite. – Anal Chim Acta. **32**, 485-495.

Grudeva, V., S. Naumova, B. Gocheva, T. Nedeva, S. Antonova-Nikolova. 2006. Manual of Microbiology. University Publishing House, Sofia.

Ivanov, P. 1984. New Acetate-lactate Method for Determination of Available Forms of P and K in Soil. – Soil Science and Agrochemistry, **19**(4), 88 - 98.

Kononova M., 1963. Soil Organic Matter- Its Nature, Properties and Methods of analysis. – Russian Academy of Sciences Publ. House, 315 p.

Mitova, I., Dimitrov I., Atanasova E., I. Stancheva, 2008. Effects of Fore-crop Fertilization on the Yield and Quality of Kidney Beans under Vegetable Crop Rotation Conditions. Acta Agronomica Hungarica, 56(4), 1-6.

Petkova, Z. B., R. M. Mitovska. 2002. Nitrogen and Carbon Mineralization in Leached Chernozem in Dependence of Different Norms and C:N Ratio Manure. Soil Science, agrochemistry and ecology. Vol. XXXVII, кн. 1-3, 110-112.

Shishkov, T. 2011. Implication of the World Reference Base and Soil Taxonomy within the Framework of Bulgarian Soil Classification. Proceedings International Conference 100 Years Bulgarian Soil Science, 16-20 May 2011, Sofia, Part 1, 91.

Stancheva, I. V. Mitova, Z. Petkova. 2004. Effect of different nitrogen fertilizer sources on the yield, nitrate content and other physiological parameters in garden beans. Environmental and Experimental Botany, 52, 277-282.

ASYMMETRY ANALYSIS OF CROP ROTATION

Alexander Sadovski
Bulgarian Science Center, International Eurasian Academy of Sciences
E-mail: bsc.ieas@yahoo.com

Abstract

Many researchers have conducted field experiments with different crop rotations on several soil types and have received determined results, still lack concrete numerical estimates of the influence of different crops in them. Therefore, it is necessary to apply advanced mathematical-statistical methods and models for obtaining such evaluations. This article shows the application of Asymmetry Analysis in evaluation of different crop rotations.

Key words: crop rotation; sustainable agriculture; asymmetry analysis

Introduction

S. Vorobyov (1972) believes that modern agricultural practice of crop rotation with cereals accounts for around 57% of the increase in yields, 34% falls on fertilization and 9% - the interaction of both factors. In row crops influence of fertilization increased to 80%, of the rotation falls to 22%, and interaction - 13-22%.

Some of the reasons why rotation-farming is considered to be advantageous may now be mentioned (L.H. Bailey, 1907):

(1) One crop tends to correct the faults of another crop. The continuous growing of one crop usually results in the injuring of the soil in some respect; a rotation tends to overcome and eliminate such effects.

(2) Plants differ considerably in the proportions of the kinds of foods that they take from the soil. In rotations, the different plants make the maximum of their draft on the soil at different times in the year, thereby allowing the progress of the seasons to even up the inequalities.

(3) A rotation of crops can be so planned as to maintain the supply of humus in the soil. This humus, coming from the decay of organic matter, adds to the plant-food content of the soil and, what is usually more important, exerts a great influence in securing a proper physical texture of the land. The humus is chiefly supplied by the grass crops and clover crops in rotation. The practice of "green-manuring" rests chiefly on the need of supplying humus.

(4) Rotation is a cleaning process. Certain weeds follow certain crops. Chess and cockle are common weeds in old wheat-lands. The life-cycle of these plants is so similar to that of wheat that they thrive with the wheat; and the seeds may not be removed from wheat-seed in the ordinary cleaning process. Insects and plant diseases follow certain crops. There are no insects or diseases that follow all crops. Therefore a rotation cleans the fields of many of these troubles and pests. Nearly all continuous-cropping schemes run into these difficulties sooner or later.

E. Rübensam and K. Rauhe (1968) present classification of cultivated crops and divide them into three main groups:

a. Stable or self- tolerated: rye , corn, yellow lupine, soy, hemp, tobacco, millet and potatoes /in absence of nematodes/;

b. Unstable or negatively reactive to repetition: wheat, oats, sugar and fodder beet, clover, alfalfa, peas, flax, sunflower, cabbage and poppy;

c. Crop rotation labile or mutually exclusive in rotation: wheat after barley, oats after barley and vice versa, flax after peas and vice versa, clover after alfalfa and vice versa, broad beans after clover.

Although a number of Bulgarian researchers have conducted field experiments with different crop rotations on the main soil types in the country and have received determined results, still lack concrete numerical estimates of the influence of different crops in them. Therefore, it is necessary to apply advanced mathematical-statistical methods and models for obtaining such evaluations.

Material and Methods

Recently Pesticide Action Network Europe (2013) calls for the need to increase general knowledge of crop rotation by:

- Collecting data on crop rotation and as part of that on the economics, and
- Spreading knowledge on crop rotation, by making sure the raw data from public bodies, and publicly funded research on demonstration farms are made available to the public while also
- Investigating the need to develop EU-wide bio-indicators.

Increasing problems concerning the environmental quality in arable landscapes and the long-term productivity of agro-ecosystems have emphasized a need to develop and improve management strategies that maintain and protect soil function and resources.

Crop rotation is the alternation of subsistence, cash and green manure/cover crops (GMCCs) with different characteristics, cultivated on the same field during successive years, and following a previously established sequence. The principal objective of crop rotation is to contribute to the achievement of a production that is profitable and sustainable, maintaining soil fertility and health.

A numerical assessment of the impact of different crops in crop rotations can be obtained based on existing results from field experiments. Here follow such examples.

In the experimental field in the village of Dolni Lozen on meadow-cinnamon soil are grown wheat, barley and maize with annual fertilization with N 16 P 16 K 10 and received average yields for four years are shown in Table 1 (Table 156 from D. Dzhumalieva, D. Georgiev. 1974).

Table 1. Average yields (kg/dka) for the period 1968-1971

Previous crop	Crop		
	Wheat	Barley	Planted Maize
Wheat	301	352	587
Barley	366	364	609
Maize	345	369	591

In Table 2 (Table 166 from D. Dzhumalieva, D. Georgiev. 1974) are given the results of the five major crops on the background of fertilization N20 P 16 K 12 on leached cinnamon forest soils in v. Chelopechene.

Table 2. Yields in experiment with mutual tolerance for the period 1963-1966

Previous Crop	Wheat	Barley	Crop Rye	Planted Oats	Maize
Wheat	274	259	282	249	829
Barley	285	263	291	228	880
Rye	283	344	274	241	865
Oats	321	231	308	251	823
Maize	357	334	320	262	843

Table 3. Relative yield response (per cent of 1998 - 2007 average) of Manitoba crops

Previous Crop	Crop Planted											
	Winter Wheat	Spring Wheat	Barley	Oat	Canola	Flax	Field Pea	Soybean	Navy Bean	Potato	Sunflower	Corn
Winter Wheat	76	NSD	100	102	94	105	98	102	105	101	98	79
Spring Wheat	91	90	101	101	103	102	102	107	100	107	99	96
Barley	91	92	88	91	100	99	97	92	89	102	103	82
Oat	97	93	91	85	95	97	93	104	94	98	97	101
Canola	104	103	105	104	83	90	93	99	99	99	82	98
Flax	102	98	104	102	98	NSD	79	58	62	NSD	102	NSD
Pea	90	100	104	105	101	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
Soybean	NSD	109	98	89	84	NSD	NSD	72	NSD	NSD	46	93
Navy Bean	NSD	124	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	94	NSD	120
Potato	NSD	114	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	116	NSD	NSD	95
Sunflower	NSD	95	97	91	NSD	97	NSD	95	NSD	NSD	NSD	90
Corn	NSD	NSD	NSD	107	NSD	NSD	NSD	84	104	90	106	92

Table 3 (Table 1 from A. Kubinec, 2009) provides the potential yield of a crop on stubble combination, as compared to the average yield for the planted crops on all stubble types in Manitoba from 1994 to 2007. The table includes both the major and minor acreage crops currently being grown in Manitoba; forage crop information has not been presented. Personal common sense should also be used when reading the table. Many crops are presented, but some crops are better suited to specific areas and regardless of rotation will not perform in other areas. The table and all of the combinations are to provide interested producers with an additional tool to determine crop sequences and their yield risks.

The main disadvantage of this table, which makes it unsuitable for numerical analysis, is the presence of many missing values denoted by NSD. It is shown here to illustrate how to present the results of crop rotations and will not be analyzed by us.

Valuable research carried B. Zarkov, and V. Koteva in the experimental field of the Institute of Agriculture in Karnobat on soil type Vertisols, which covers 43 years from 1966 to 2009. They presented the following Table 4 (Table 3 from B. Zarkov, V. Koteva. 2010) with omission of Sorghum:

Table 4. Average grain yields (kg/dka) for the period 1966 - 2009

Previous Crop	Wheat	Barley	Crop Rye	Planted Oats	Maize
Wheat	412	476	378	325	472
Barley	461	450	390	323	469
Rye	523	441	359	311	462
Oats	504	502	402	279	473
Maize	536	547	427	352	455

From the presented Table 1 - 4, it is seen that this constitute asymmetric matrices in which the elements $d_{ij} \neq d_{ji}$. It follows the need to apply a method for the analysis of square non-symmetric matrices, whose rows and columns are classified by the same elements /crops/. We will use the method of analysis of asymmetry and orthogonality (J.C. Gower, 1977 and J.C. Gower, B. Zielman 1992) and the method for metric multidimensional unfolding (P.H. Schonemann, 1970).

The analysis of a square asymmetric matrix A is based on the well-known decomposition

$A = S + K$, where

$S = \frac{1}{2}(A + A')$ is symmetric and

$K = \frac{1}{2}(A - A')$ is skew-symmetric. Expressing $A = U'\Sigma V$ in its singular value decomposition form, where U and V are orthogonal and Σ is diagonal. Thus the orthogonal matrix $H = V'U$ may be regarded as a measure of asymmetry. The graphic presentation of results is possible by the method of multidimensional unfolding PREFSCAL performed with SPSS software package.

Results and Discussion

Here are results from the analysis of Tables 1 and 2.

Table 5. Orthogonal matrix H from Table 1.

	Wheat	Barley	Maize
1-Wheat	0.1186	-0.9198	-0.3740
2-Barley	0.8906	-0.0680	0.4497
3-Maize	0.4390	0.3865	-0.8111

From this orthogonal matrix we are able to make graphic presentation of the proximity i.e. toleration between crops. On Fig. 1 one could see the closeness R1-Wheat and C3-Maize (very favorable rotation pair).

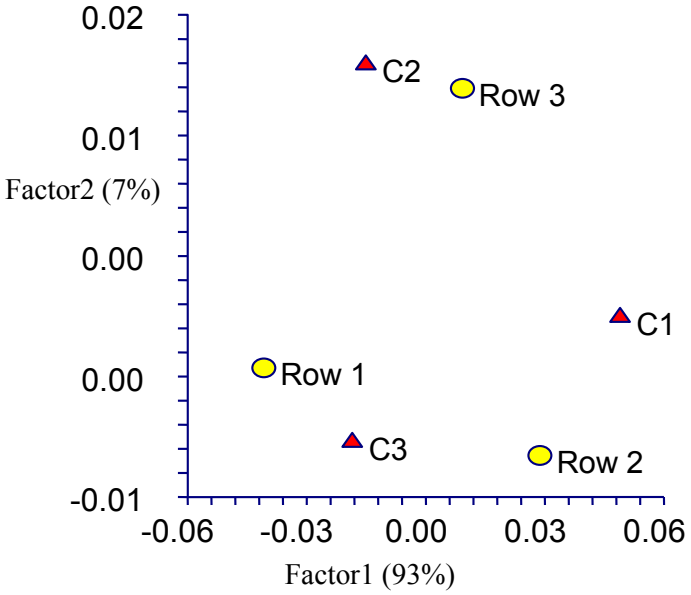


Fig.1. Abbreviations: C1-Row1=Wheat, C2-Row2=Barley, C3-Row3=Maize

Table 6. Orthogonal matrix H from Table 2.

	Wheat	Barley	Rye	Oats	Maize
1-Wheat	0.3185	-0.1116	-0.5992	-0.6316	0.3579
2-Barley	-0.1612	-0.1833	0.6154	-0.7297	-0.1712
3-Rye	-0.6987	0.3375	-0.4447	-0.2131	-0.3935
4-Oats	0.3243	0.9109	0.1973	-0.1488	0.0632
5-Maize	0.5285	-0.1014	-0.1601	-0.0323	-0.8269

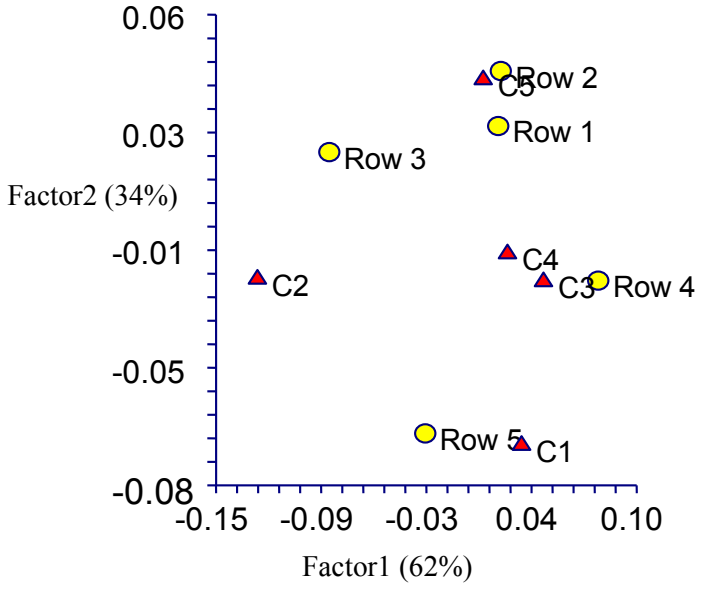


Fig. 2. Abbreviations: C1-Row1=Wheat, C2-Row2=Barley, C3-Row3=Rye, C4-Row4=Oats, C5-Row5=Maize

Fig 2 confirm the very unfavorable rotation pair R1-Wheat and C1-Wheat as the distance between the points is quite large while the pair R2-Barley and C5-Maize is very close (favorable in rotation).

Table 7. Favorable and unfavorable rotation pairs (K. Baeumer 1962)

Preceding crops	Succeeding crops: Grass-clover (perennial)	Winter rape	Sugar beet	Potatoes	Sunflower	Faba beans	Field peas	Maize (grain & silage)	Winter wheat	Winter barley	Winter rye	Spring barley	Oats
Grass-clover (perennial)	1	5	1	4	1	1	1	5	5	4	4	2	2
Winter rape	3	1	1	4	2	3	3	4	5	4	4	1	1
Sugar beet	3	1	1	4	2	2	2	5	5	1	1	4	3
Potatoes	3	5	5	2	2	2	2	5	5	5	5	4	3
Sunflower	3	1	4	4	1	4	4	4	5	5	5	4	4
Faba beans	2	1	2	5	1	1	1	5	5	4	4	3	3
Field peas	2	4	4	4	1	1	1	4	5	5	5	3	3
Maize (grain & silage)	3	1	5	5	5	5	5	3	4	2	2	4	4
Winter wheat	4	2	5	5	5	5	5	5	1	3	3	3	4
Winter barley	5	5	5	5	5	4	4	4	1	2	2	2	3
Winter rye	5	5	5	5	5	4	4	4	1	1	2	2	3
Spring barley	5	4	4	4	4	4	4	4	3	1	2	2	1
Oats	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1

1 = very unfavorable, **2** = unfavorable, **3** = possible, **4** = favorable, **5** = very favorable.

Conclusions

Crop rotation is one of the most important agricultural practices, existing for thousands of years, and often used in organic farming but with less and less use in conventional agriculture.

Integrated Crop Management requires a recognition of the fact that a diverse crop rotation is the most effective indirect means of maintaining soil fertility and controlling pests. By the judicious application of modern technology it seeks to enhance, rather than replace, the benefits of rotation that were apparent 100 years ago. The aim should be to grow healthy, vigorous crops producing economically viable yields and quality by making optimum use of natural resources. In this way the reliance on technological inputs such as fertilizers and pesticides is reduced, but the need for them is by no means eliminated.

It is worth noting that in the vast bibliography of the European project (BIO Intelligence Service, 2010) the studies of Bulgarian scientists are not presented, despite their significant contributions to the study of crop rotation in Bulgaria, but in the recommendations, the authors of this project emphasize the need for:

Financing further research on crop rotations at European level:

Scientific data are missing on the multiple technical aspects linked to crop rotations (technical as well as economic aspects). Consistent statistics and databases are currently needed to help inventory crop rotations.

This article shows the application of Asymmetry Analysis in evaluation of different crop rotations. The examples given confirm that the Asymmetry Analysis is able to reveal favorable and unfavorable rotation pairs such as:

- Favorable: Wheat - Maize; Barley - Maize; Oats - Rye; Maize - Wheat and
- Unfavorable: Wheat - Wheat; Wheat - Barley; Maize - Maize; Oats - Barley.

The Asymmetry Analysis is able to help farmers to select good crop rotations if more reliable data from field experiments are available.

References

Baeumer, K. (1992). Allgemeiner Pflanzenbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Bailey, L.H. (1907). Outline of Crop Management. Cyclopedia of American Agriculture, vol. II. MacMillan Co., New York.

BIO Intelligence Service. (2010). Environmental impacts of different Crop Rotations in the European Union. Final report, European Commission DG ENV.

Cooke, G.W. (1967). The control of soil fertility. Crosby Lockwood & Son. London, 520 p.

Dzhumalieva, D. (1969). Results of experiments with crop rotation units. Soil Science and Agricultural Chemistry, vol. 5.

Dzhumalieva, D. (1980). Self-tolerance and mutual tolerance of the main field crops. Zemizdat, Sofia.

Dzhumalieva, D., D. Georgiev. (1974). Crop rotation as a factor of soil fertility. In: Maintaining and improving soil fertility, Ed. I. Garbuchev. Zemizdat, Sofia, pp. 366-386.

Florentin, M.A., M. Penalva, A. Calegari, R. Derpsch. (2011). Green manure/cover crops and crop rotation in conservation agriculture on small farms. Integrated Crop Management, Vol. 12-2010. FAO Rome.

Georgiev, D. (1970). Tolerance and self-tolerance of cereals under irrigation. Plant Science, vol. 9.

Georgiev, D. (1988). Criteria and approaches for technological design of a scientific based farming system in the major agro-ecological regions of the PRB /methodological guidelines/. Agric. Acad., Sofia.

Gower J.C. (1977). The analysis of asymmetry and orthogonality. In: J.R. Barra et al. (Eds.), Recent Developments in Statistics. North Holland, Amsterdam.

Gower J.C., B. Zielman. (1992). Some Remarks on Orthogonality and the Analysis of Asymmetry. Department of Data Theory, University of Leiden. RR 92-08.

Kovachev, D. (1972). Crop rotation and soil fertility. Crop rotations. Zemizdat Sofia.

Kubinec, A. (2009). Canola on canola - it doesn't work. Yield Manitoba, p. 22-24.

PAN Europe. (2013). Contribution on research needs for 2014-2020: Crop rotation – the forgotten practice in European Agriculture. Position paper.

Rübensam, E., K. Rauhe. (1968). Ackerbau. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

Schonemann P.H. (1970). On metric Multidimensional Unfolding. Psychometrika, vol. 35, No. 3, 349-366.

Vorobyov, S.A. (1972). Zemledelie. Kolos, Moscow.

Zarkov, B., V. Koteva. (2010). Investigation the impact of cereals as barley predecessors in a scientific perennial field research. Field Crops Studies, Vol. VI - 1, p. 79-84.

ТЕХНОЛОГИЯ ЗА МЕХАНИЗИРАНО ПРОИЗВОДСТВО И ПРИБИРАНЕ НА СУСАМ НА ГОЛЕМИ РАВНИННИ ПЛОЩИ

Станислав Стаматов
Институт по растителни генетични ресурси „К. Малков", Садово
E-mail: Stanislav44@abv.bg

Увод

Сусамът притежава високо качествени масло, протеин и антиоксиданти (Arslan et al., 2007; Erbas et al., 2009; Uzun et al., 2002; 2007; 2008). Освен широко приложение в хранително вкусовата промишленост на продуктите от сусам, сусамовото масло намира приложение в козметиката и фармакологичната промишленост (Khan et al., 2001).

Сусамът е типична култура отглеждана от дребните фермери в развиващите се страни. Въпреки че производството в света нараства, то не е съществено в страни с висока механизация на земеделието. В няколко международни срещи по проблемите на сусама много изследователи посочват, че ако културата не бъде механизирана през следващите 25-30 години, неговото производство ще намалее значително (FAO, 2002). Kang, (1996) съобщава, че производството на сусам в Корея през периода 1987 – 1992г. е намаляло наполовина заради поскъпване на ръчния труд. Langham et. al, 2001 съобщават, че все още 99% от световното производство на сусам се основава на форми, които се прибират на ръка. Georgiev et.all 2008 докладват, че разходите за ръчното прибиране на сусама съставляват 70% от себестойността на продукцията.

В последните години са селекционирани множество генотипи сусам, които ограничават разпиляването на семената си преди подаването на растенията в прибиращата машина (Langham, 2000; Langham et. al, 2001 ;Uzun et. al., 2003; Георгиев и др., 2014). Създадените в ИРГР – Садово линии и сортове сусам подходящи за механизирано прибиране с комбайн се характеризират с индетерминантен тип хабитус. Този тип на развитие води до последователно образуване и узряване на репродуктивните органи. Формите подходящи за прибиране със зърнокомбайн притежават архитектура на кутийките, при която върхът им е отворен, а семената се задържат с прикачена плацента.

Целта на настоящото изследване изпитване на възможностите за механизирано отглеждане и прибиране с конвенционален зърнокомбайн на форми сусам с прикачена плацента, създадени в ИРГР - Садово.

Материал и методи

На площ от 100 da във фермата на ЕТ "ШАН" – Шабан Рафет, беше засята селекционна линия сусам 4084, която притежава прикачена плацента на семената (снимка 1 и 2).



Сн. 1. *Кутийка при 4081*



Сн. 2. *Прикачена плацента*

Изпитани бяха два начина на сеитба – редово - при междуредие 70 cm и слят посев. За целите на редовото засаждане бяха изпитани различни сеещи дискове за пневматична сеалка за пролетници. Слетият посев беше засят със сеалка за есеници. Когато посевът навлезна във фаза технологична зрялост, при влага на семената около 15% върхът на кутийките при всички растения се отвори и се пристъпи към директна жътва със зърно комбайн NEW HOLAND. На хедера на комбайна беше монтиран полиетиленов екран, който ограничава загубите на семена причинени от мотовилото (сн. 3).



Сн. 3. *Полиетиленово фолио монтирано на прибиращия хедер на комбайн*

Изпитани бяха 6 настройки на: работна скорост на комбайна; честота на въртене на барабана; диаметър на отворите на ситата; честота на въртене на вентилатора на очистителя; хлабина между барабана и контрабарабана. Загубите причинени от хедера бяха отчетени чрез поставяне на тарини под комбайна. Падналото в тях семе предсавляваше разпиляното семе в резултат на отрязване на стъблата. За установяване на икономическата ефективност на механизираното прибиране с комбайн и предимствата и пред ръчното прибиране се състави технологична карта, която изведе себестойността на килограм произведено семе при двата начина на прибиране.

Резултати и обсъждане

Сусамът притежава редица икономически и биологични предимства пред останалите полски култури. Има отлична устойчивост към високите въздушни температури и почвено засушаване в сравнение другите полски култури; Притежава

дълбок главен корен, който достига хранителните вещества и влага на дълбочина, недостъпна за повечето културни растения; Показва висока толерантност към болести и неприятели и към почви с високо pH; Успява да се развива на по-бедни почви с ниско съдържание на глина. Сусамът може да заеме мястото на провалени посеви от основни полски култури компенсирайки щетите; Отглеждането и прибирането на реколтата се извършва със същата земеделска техника и оборудване, както при останалите полски култури; Предлага висока възвръщаемост на вложените средства с минимален риск в сравнение с другите полски култури; Оглеждането му е по-изгодно в сравнение с другите полски култури, които изискват повече финансови ресурси; Заема площи с ограничени възможности за напояване; При отглеждането му се наблюдават относително ниски икономически щети от диви животни и от птици. Сусамът е най-топлолюбивата полска култура отглеждана в страната ни. Тази особеност определя и районите на възможното и отглеждане. Подходящи райони са терените с надморска височина до 500 m на южна България, североизточната част на страната, както и някои микрорайони в Централна Северна България. На фигурата със зелен цвят са отразени районите подходящи за отглеждане на сусам, със оранжев са тези райони, които са рискови и със сив са показани неподходящите райони. Производството на сусам в България, към момента е съсредоточено в Хасковска област, общините Харманли, Любимец и Ивайловград. Сусам се отглежда и на отделни райони около Петрич и Благоевград (фиг.1). Производството на сусам в страната, към настоящият момент възлиза на около 10 тона семена годишно. Това количество е крайно недостатъчно и представлява едва 1/12 от необходимите за страната нужди. Останалите количества се доставят от внос предимно от Индия, Судан и Китай.



Фиг. 1. В подходящите райони за сусам оцветени в зелено се изключват полупланинските и планински терени с надморска височина над 500 m

Начините на сеитба на културата определят и технологията на отглеждане. Редовата сеитба се препоръчва за отглеждане на сусам като основна култура по интензивна схема на отглеждане. Слетият и тесноредовият посев не позволяват прилагане на интензивна технология, която трябва да се прилага при отглеждането му. Приложима е като за основна култура, така и за втора култура след ечемик и рапица на

места, на които е невъзможно интензивно отглеждане. В зависимост от начина на сеитба посевната норма на културата варира от 250 до 550 g/da. За редова сеитба на семената беше разработен сеещ диск с 154 отвора разположени в два реда шахматно. Диаметърът на отворите е 0,8 mm (сн. 4 и 5). С този диск се постигна най-добра гъстота и редовен посев.



Сн. 4. *Диск за сеитба на сусам*



Сн. 5. *Пневматична сеялка*

Извършените опити в условията на България за механизирано директно прибиране на сусам с конвенционален зърнокомбайн показаха сравнително добри резултати. При техническа зрелост на сусама с влажност на кутийките около 30 %, и на семената около 15 % се налага да се извърши приспособяване на съществуващите конвенционални комбайни. Загубите от житния хедер при прибиране на сусам от селекционна линия № 4084 със зърнокомбайн, с която са извършени опитите, са около 16 %. Загубите на зърно от вършачката са със сравнително по-ниски стойности, достигащи до 6 ÷ 7 % от биологичния добив. Най-ниските им стойности (до 2 %) се наблюдават при честота на въртене на вентилатора около 500-520 min^{-1} и при хлабина на вършачния апарат между 14 и 17 mm. Общите загуби на зърно от комбайна са средно около 20%. Две трети от тях се дължат на разпиляно зърно от хедера и една трета - от работата на вършачката и очистителя. Най-висока чистота на семето постигната в бункера е 80 %. Тя се наблюдава при честота на въртене на вентилатора около 600 min^{-1} и при хлабина на вършачния апарат между 17 и 20 mm.

В резултат на проведения експеримент най-добри резултати, с най-малко загуби и най-добро качество на семената се получават при следните работни режима и регулировки на комбайна:

Хедер на комбайна	Стандартен хедер за житни култури
Работен режим и регулировки	- работна скорост 6,5 km/h; - честота на въртене на барабана 550 min^{-1}; - диаметър на отворите на ситата: предно 6 mm, горно 8 mm, долно - затворено; - контрабарабан на АДО (апарат за допълнително овършаване) – гладък. - честота на въртене на вентилатора на очистителя от 500 до 600 min^{-1} - хлабина между барабана и контрабарабана от 12 до 20 mm.

От разработената технологична карта се вижда, че за 1 декар само за механизираното прибиране, разходите се равняват на 25,93 lv/da. При планов добив от 150kg/da себестойността на 1 kg сусам е 0,17 lv. Загубите от 20%, оскъпяват себестойността и тя се повишава на 0.22 лв за килограм семе. Тъй като разходите за механизираното отглеждане и прибиране на 1 декар сусам са 254,69 lv., то себестойността на 1 kg семена се равнява на 2,04 lv с ДДС. Ако разходите се разделят на реалният добив от 120 kg/da, тогава 1 kg сусам ще струва 2,54 lv с ДДС . При пазарна цена 3,50 lv за 1 kg печалбата е 0,96 lv. Плановите разходи само за ръчното прибиране на сусама са 222,0 lv/da, а себестойността на 1 кг семена - 1,78 лв с ДДС. Ръчното прибиране обхваща практиките жътва, връзване на пожънатите растения на снопи, товарене на снопите на ремарке и разтоварването им от него, подреждане на снопите за сушене на площадката, върху предварително приготвено скеле. След 15-20 дни сушене на слънце, снопите се овършават ръчно чрез изтърсване и грубо превяване на семената, след което се пълнят в чували, Като прибавим и разходите по отглеждането на сусама в размер на 242,66 lv, за 1 декар са необходими 464,66 lv. При планов добив от 150 kg/da себестойността на 1 kg само за ръчното прибиране се равнява на 3,72 lv. При цена 3,50 се очертава 0,22 lv загуба.

Изводи

Разработените форми, притежаващи прикачена плацента могат да постигнат пълно механизиране на процесите по отглеждане и прибиране на културата.

С конвенционален зърнокомбайн с подходящите регулировки се постигат загуби в рамките на 15 – 20%.

Въпреки допуснатите загуби от разпиляването на семена, икономическата изгода от отглеждането на тези форми е безспорна.

Литература

Георгиев С., С. Стаматов, М, Дешев, (2014). Подбор на родителски двойки при хибридизация на сусам с цел създаване на сортове за механизирано прибиране чрез прилагане на количествена и комплексна оценка на изходния материал. Сп. Аграрни науки, бр. 16, стр. 39-46, ISSN 1313-6577, Пловдив.

Arslan C, Uzun B, Ulger S, Cagirgan MI (2007) Determination of Oil Content and Fatty Acid Composition of Sesame Mutants Suited for Intensive Management Conditions. J Am Oil Chem Soc 84:917-920.

Erbas M, Sekerci H, Gül S, Furat S, Yol E, Uzun B (2009) Changes in total antioxidant capacity of sesame (Sesamum sp.) by variety. Asian J Chem 21:5549-5555.

FAO Agricultural Statistics (2002).apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl?subset=agriculture. As of Feb.

Georgiev, S., S. Stamatov, M. Deshev, 2008. Requirements to sesame (Sesamum indicum L.) cultivars for mechanized harvesting. Bulgarian journal of agricultural science, vol. 14, numb. 6 p. 616-620.

Kang ChuHwan (1996) Reviews on the development of new sesame varieties and integrated mechanization system for labor saving in Korea- RDA Journal Science, Upland & Industrial Crops 38 (1), p. 251-266

Khan NI, Akbar M, Sabir KM, Iqbal S (2001) Characters association and path coefficient analysis in sesame (Sesamum indicum L.). Online J Biol Sci 1:99-100.

Langham, Derald R., (2000). Metod for making non-dehiscent sesame. PATENT COOPERATION TREATY APPLICATION www.uspto.gov/patft/index.htlm

Langham, D. R., (2001). Shatter resistance in sesame. Final FAO/IAEA Co-ord. Res. Mtng, IAEA, Vienna, TECDOC-1195. p. 51–61

Uzun B, Ulger S, Cagirgan MI (2002) Comparison of determinate and indeterminate types of sesame for oil content and fatty acid compositions. Turk J Agric For 26:269-274.

Uzun, B. D. Lee, P. Donini, M. İ. Çağirgan, (2003). Identification of a molecular marker linked to the closed capsule mutant trait in sesame using AFLP. Plant Breeding 122 (1), 95–97.

Uzun B, Arslan C, Karhan M, Toker C (2007) Fat and fatty acids of white lupin (Lupinus albus L.) in comparison to sesame (Sesamum indicum L.). Food Chem 102:45-49.

Uzun B, Arslan Ç, Furat S (2008) Variation in fatty acid compositions, oil content and oil yield in a germplasm collection of sesame (Sesamum indicum L.). J Am Oil Chem Soc 85:1135-1142.

ДИНАМИКА НА ПРИДВИЖВАНЕ НА МИКРОНИЗИРАНИЯ ВАРОВИК, ИЗПОЛЗВАН КАТО ХИМИЧЕН МЕЛИОРАНТ ЗА НЕУТРАЛИЗИРАНЕ НА ВРЕДНАТА КИСЕЛИННОСТ ПО ПРОФИЛА НА ДЕЛУВИАЛНИ ПОЧВИ

К. Трендафилов, В. Вълчева, Р. Попова, С. Тодорова, М. Алмалиев
Аграрен университет, Пловдив

DYNAMICS OF MOVEMENT OF MICRONIZED LIMESTONE, USED AS CHEMICAL MELIORANT FOR NEUTRALIZATION OF THE HARMFUL ACIDITY IN THE PROFILE OF EUTRIC FLUVISOLS

K. Trendafilov, V. Valcheva, R. Popova, S. Todorova, M. Almaliev
Agricultural University, Plovdiv

Abstract

In the terms of production experiment was studied the influence of micronized limestone applied in rates 3,0, 4,0 and 7,5 t/ha on the forms, the content and the distribution of calcium in the profile of Eutric fluvisols. Samples were collected in two consecutive years.

The studied meliorant had fast effect on harmful soil acidity, which occurs entirely even in the first year of meliorative period of a depth to 40 cm. When applied roughly partial meliorants the period for neutralization of the soil acidity in the subsoil horizons were three years.

The micronized limestone is slightly hygroscopic, mealy and is applicable for mixing both centrifugal and band transport sprinklers.

Key words: micronized limestone, acidity, calcium, Eutric fluvisols

Увод

Целта на настоящата разработка е в условията на производствен опит да се проследи влиянието на разтворимия калцийсъдържащ мелиорант (микронизиран варовик), използван в три нарастващи норми върху формите, съдържанието и разпределението на калция по профила на делувиална почва.

Това постави допълнителни методични и технологични задачи, свеждащи се до установяване степента на неутрализация на вредната киселинност в почвата, преодоляване ефекта на позиционната недостъпност на мелиоранта и установяване последействието на варуването на различна дълбочина в почвения профил.

Материал и методи

Обект на нашето проучване са почви, които са част от землището на село Манолово, намиращо се в Казанлъшката котловина затворена на север от стръмните голи склонове на Стара планина, а на юг от полегатите и гористи склонове на Средна гора. Тази територия според монографията „Почвите в България" (Антипов-Каратаев, 1960) спада към Софийско-Средногорския почвен район.

В границите на обследваният район са установени Ненаситени делувиални почви (Eutric fluvisols).

При разработването на вариантите са включени вариант (контрола) без варуване и вариант с варуване в три нарастващи норми – 300, 400, 750 kg/dka $CaCO_3$.

Мелиоранта е внесен в периода септември-октомври 2013 година. След внасянето на варовия материал, почвата е изорана на дълбочина 30-35 cm, теренът е подравнен и изоран още веднъж на дълбочина 15-20 cm. и продълбочен с цел постигане на максимално добро хомогенизиране на мелиоранта с почвения слой. В качеството на варов материал е използван микронизиран варовик, представляващ отпадък от производството на Девня Цимент и Вулкан Цимент (БДС EN 13043:2005 + AC 2005). Неутрализационния капацитет на предоставената за изпитване проба от мелиоранта показа съдържание 96,4%, под формата на $CaCO_3$, определен след взаимодействие на изходния материал с HCl и последващо титруване с NaOH, при индикатор бромтимолблау.

Почвените проби са анализирани за установяване на следните показатели: pH потенциометрично във воден и солеви извлек, с 1m KCl (Аринушкина, 1961), лесноподвижни обменни Al^{3+} и H^+, титриметрично по Соколов (Соколов, 1939), лесноподвижен обменен Mn^{2+} в извлек с 1m KCl, като подготовката на извлека е осъществена по Лабораторната система за варуване по Палавеев и Тотев, (ЛСВПТ-64), а определянето на Mn^{2+} в извлека чрез AAS (Ганев, 1990), лесноподвижни обменни Ca^{2+} и Mg^{2+} и лесноподвижен обменен Ca^{2+} комплексометрично по метода на Мазаева, Неугодова и Хованская (Палавеев и Тотев, 1970).

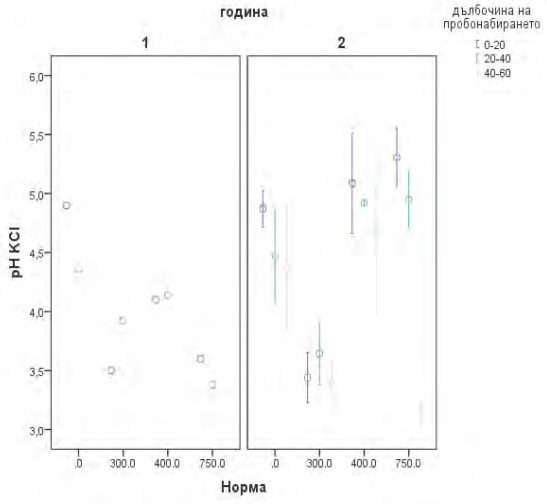
Резултати и обсъждане

Преди залагане на полски опит с цел да се установи изходното състояние на почвата е определена степента на запасеността на почвата с хумус, макро и микро елементи и механичния състав.

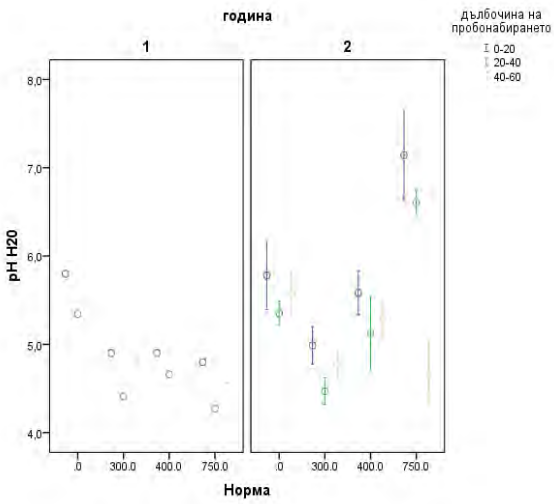
След внасянето на мелиоранта е проследено влиянието на варуването върху показателите, които характеризират вредната почвена киселинност, отчетено е изменението на pH, във воден и солеви извлек, както и съдържанието на лесноподвижни обменни Al^{3+}, H^+, Mn^{2+}, Ca^{2+} и Mg^{2+}. На основата на получените резултати е изчислена и степента на насищане на постоянните сорбционни позиции в почвата с лесноподвижни обменни бази V_3%.

Анализът на получените резултати показва добре изразена хомогенност на резултатите, отразяващи киселинността на почвата, които са третирани с една и съща норма от мелиоранта т.е. разликите между повторенията на едни и същи вариант са незначителни, а установените разлики по отношение на всеки от показателите на вредната киселинност са статистически несъществени. Относително по-високи стойности на Al^{3+} и H^+ се установяват само в неваруваната контрола. Постигнатите в резултат от прилагането на химичния мелиорант разлики се интерпретират в най-прегледен вид при сравняването на резултатите, получени за показателите на вредната киселинност последователно за двете години на полския опит. Данните за изменението на $pH_{(H_2O)}$, $pH_{(KCl)}$; Al+H; Ca+Mg и V_3% са представени на Фиг. ***1***, Фиг. ***2***, **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.** и **Error! Reference source not found.**. От фигурите се вижда, че варуването, независимо от приложената норма е оказало доказано въздействие върху $pH_{(H_2O)}$, съдържанието на обменен Al^{3+} и H^+ и в крайна сметка и върху интегралния показател на киселинно-алкално равновесие

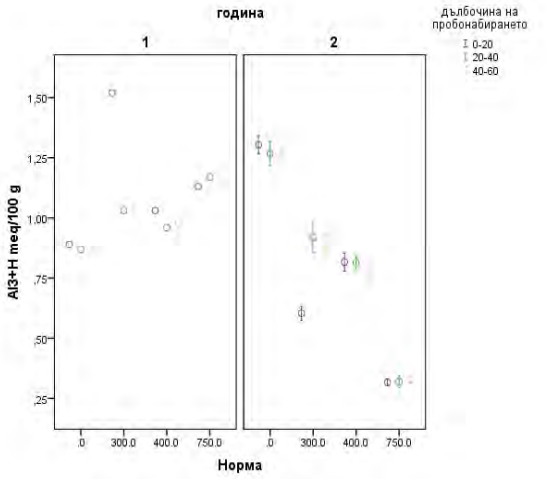
в почвата - степента на наситеност на постоянните сорбционни позиции с лесноподвижни обменни бази - V_3%.



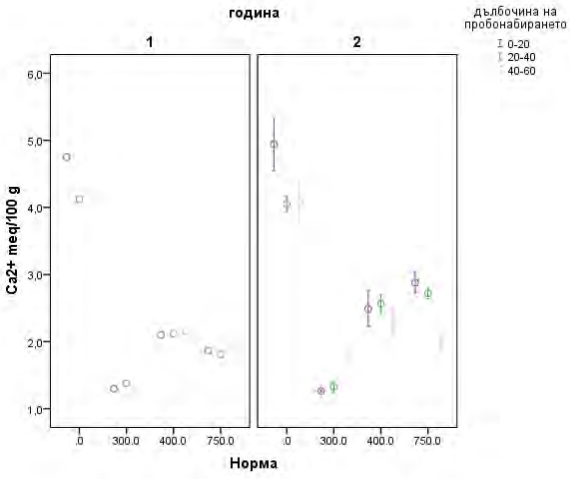
Фиг. 1. Изменение на $pH_{(H2O)}$ във вариан-тите с различни норми на варуване (година 2), съпоставено със стойностите на показателя преди варуването (година 1)



Фиг. 2. Изменение на $pH_{(KCl)}$ във вариан-тите с различни норми на варуване, съпоставено със стойностите на показателя преди варуването



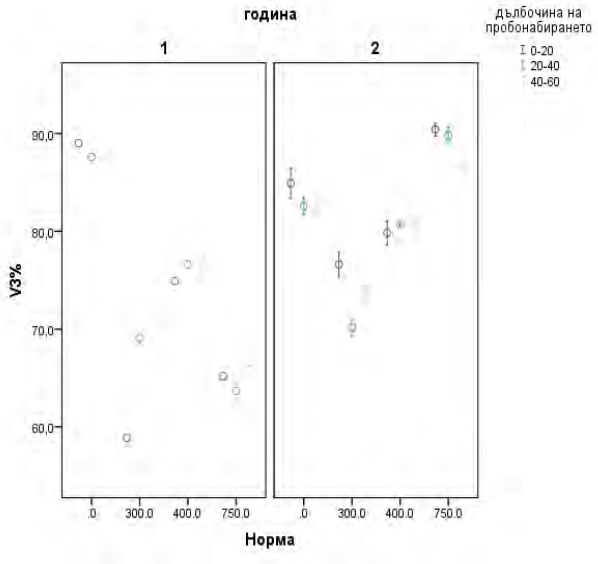
Фиг. 3. Изменение на съдържанието на лесноподвижен обменен Al^{3+} във вариантите с различни норми на варуване, съпоставено със стойностите на показателя преди варуването



Фиг. 4. Изменение на съдържанието на лесноподвижен обменен Ca^{2+} във вариантите с различни норми на варуване, съпоставено със стойностите на показателя преди варуването

Тези показатели могат да се охарактеризират като по-чувствителни на мелиоративно въздействие, в това число и чрез прилагането на ниски норми от мелиоранта. Между тях в най-голяма степен от варуването се е повлияло съдържанието на лесноподвижния обменен Al^{3+}, а най-малко $pH_{(H_2O)}$. При алуминия приложеното варуване, в условията на конкретния опит обуславя 45,2% от общото вариране на признака, а при $pH_{(H_2O)}$ – 13,5%. Данните се съгласуват добре с представите за природата на вредната киселинност в минералните почви на Европейските почвени зони съгласно които наличието на биологично доказан токсичен за растенията фитоефект на почвената киселинност се дължи изцяло на алуминиевите катиони в

лесноподвижна обменна форма. От друга страна лесноподвижните алуминиеви катиони се утаяват първи при относително слабо изменение на концентрацията на алкални хидроксиди в зоната на междуфазовото взаимодействие между колоидната система на почвения сорбционен комплекс и почвения разтвор. В по-вътрешните слоеве на дифузната част на двойния електричен слой на почвените колоиди взаимодействието на концентрациите на алкалоземните хидроксиди от разтвора е значително по-слабо. Тази зависимост, интерпретирана широко в литературата обяснява и установеното от нас относително по-слабо повлияване на $pH_{(KCl)}$ от варуването в сравнение с $pH_{(H_2O)}$. Реакцията на почвата, определена във воден извлек характеризира по-активните киселинни позиции, или съгласно някои интерпретации – силния ацидоид, в рамките на комплексната характеристика на киселинно-алкалното равновесие.

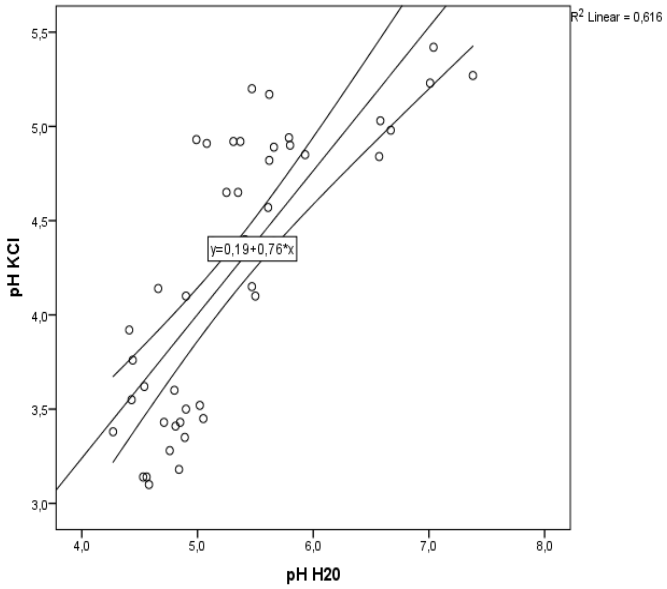


Фиг. 5. Изменение на стойностите на V_3% във вариантите с различни норми на варуване, съпоставено със стойностите на показателя преди варуването

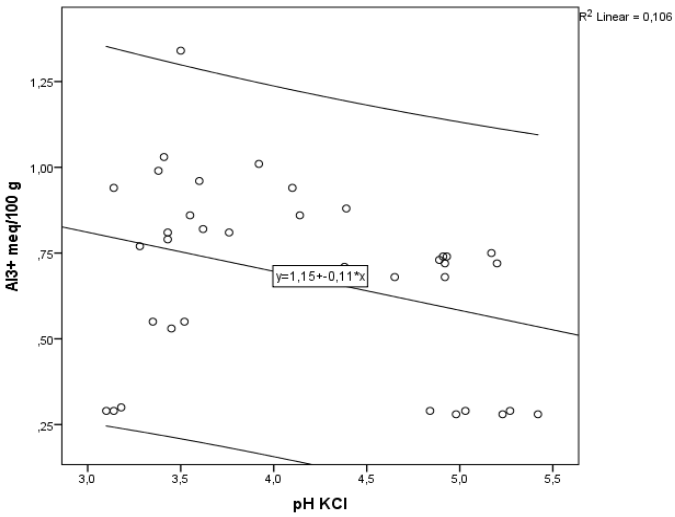
От друга страна данните за реакцията на почвата, определена във воден извлек са тясно свързани с тези за $pH_{(KCl)}$ при една и съща почва (**Error! Reference source not found.**), докато съдържанието на обменен Al^{3+}, като основна количествена характеристика на киселинния токсичен фитоефект не показва корелация с $pH_{(KCl)}$ – **Error! Reference source not found.**. Тези резултати са всъщност основната причина, поради която в прилаганата от нас химикомелиоративна концепция (Файтонджиев, 2008) pH, независимо дали е определен в KCl или във вода се отхвърля като показател за вредния ефект на киселинността на почвата върху растенията и за определяне на количеството и физико-химичните характеристики на прилаганите за неутрализация калцийсъдържащи мелиоранти. (Трендафилов и Тотев, 1992).

Осреднените по отношение на показателите на вредната почвена киселинност данни показват, че киселинността на почвата преди мелиорацията се увеличава в дълбочина. Тази закономерност се проявява по отношение на реакцията на почвата и съдържанието на обменен алуминий, а от алкалната страна на киселинно-алкалното

равновесие и като тенденция за постепенно намаляване на съдържанието на обменния Ca^{2+}. Разпределението на съдържанието на елементите, обуславящи киселинно-алкалното равновесие в почвата е в съответствие с характеристиките на геоложката основа на делувиалния профил, на относително слабото развитие на съвременния почвообразувателен процес и на ниското съдържание на органични материали в повърхностната част на профила.



Фиг. 6. Зависимост между стойностите на pH, определени във воден извлек и в извлек с 1m KCl



Фиг. 7. Зависимост между стойностите на pH, в 1m KCl и съдържанието на лесноподвижен обменен алуминий

Анализът на данните от **Error! Reference source not found.** показва, че мелиоративното въздействие на варовия материал се ограничава на дълбочина до 40 cm. до подорния хоризонт. В дълбочината на подповърхностните два слоя (на 40-60 cm.) мелиоративно въздействие не се установява. Това характеризира предела в

дълбочината на мелиоративното въздействие на изпитвания мелиорант, като се имат предвид следните обстоятелства по провеждането на опита:

Почвата има висока филтрационна способност (>0,4 m/d) а степента на влажност през изминалата година беше достатъчно висока.

След внасянето на мелиоранта е извършено мелиоративно продълбочаване на дълбочина до 60 cm.

Цитираните две обстоятелства, са дали възможност на мелиоранта устойчиво да проникне до 40 cm. При по-неблагоприятни хидрометеорологични условия или ако не са приложени продълбочаване, както и при слабо филтриращи почви и такива с двучленен профил, мелиоративния ефект на микронизирания варовик, за периода от 1 година след мелиорацията щеше да се ограничи в повърхностните 20-25 cm. т.е. в мощността на активния почвен слой. Мелиоративната препоръка в този случай е балансовата норма за варуване, когато се прилага такава е тя да се ограничи до дълбочината на текущите обработки на почвата.

Заключение

Изпитваният мелиорант е материал, който напълно покрива изискванията за бързо действащ мелиорант по отношение на вредната киселинност на почвата. Прилагането му постига пълен мелиоративен ефект по отношение на вредната почвена киселинност. Ефекта от варуването се проявява напълно още през първата година на постмелиоративния период на дълбочина до 40 cm. (т.е. в орницата и подорницата) на изследваните почви. За сравнение може да се посочи сравнението, че при използване на грубо частични отпадъчни варови материали, мелиоративния ефект се проявява в подорните хоризонти едва на третата година.

Микронизираният варовик има относително ниска обемна хигроскопичност, сипе се добре и е приложим за разбъркване както за центробежни така и за лентово транспортни разпръсквачи. Гранулометричната характеристика на материала позволява разпръскването и с пневматична техника, което обаче не е било обект на нашия експеримент.

Литература

Антипов-Каратаев И., П. Герасимов и др. (1960). Почвите в България, Монография, Земиздат, София.

Аринушкина Е.В. (1970). Руководство по химическому анализу почв. МГУ, М.

Ганев С., (1990), Съвременна почвена химия. София

Палавеев Т., Т. Тотев. (1970). Киселинност на почвите и Агрометоди за отстраняването й. Монография., София

Палавеев Т. и Т. П Тотев. (1970). Показателността на лабораторни системи за определяне варопотребността на обработваеми кисели почви в България. Почвознание и агрохимия, 4- 41-56.

Соколов А. В. (1939). Определение в почве активного алюминия. Хим. Соц. Землед, 7.

Трендафилов Кр. Т. Тотев. (1992). Влияние на вкисляването на обработваеми почви в условията на полуравновесна моделна система върху показателите,

характеризиращи вредната почвена киселинност. Почвознание, агрохимия и екология, кн. 3-4, стр. 25-30

Фатонджиев Л. (2008). Проблеми на киселинността и варуването на почвите. Почвознание, агрохимия и екология, 2, стр. 3-16

ВЛИЯНИЕ НА ВАРУВАНЕТО С РАЗЛИЧНИ ФОРМИ НА КАЛЦИЯ ВЪРХУ СЪДЪРЖАНИЕТО НА КАЛЦИЙ И МАГНЕЗИЙ В ЛИСТАТА НА ВИНЕНИ СОРТОВЕ ЛОЗИ

В. Вълчева, К. Трендафилов, С. Тодорова, М. Алмалиев
Аграрен университет, Пловдив

INFLUENCE OF LIMING WITH VARIOUS FORMS OF CALCIUM ON THE CONTENT OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN THE LEAVES OF WINE GRAPE VARIETIES

V. Valcheva, K. Trendafilov, S. Todorova, M. Almaliev
Agricultural University, Plovdiv

Abstract

In the terms of combined field experiment was studied the influence of liming with at rates of 1,0, 2,5 and 5,0 t/ha on the input of calcium and magnesium in the foliage of fertility vines from varieties Sauvignon Blanc, Chardonnay, Cabernet Sauvignon and Merlot planted on Chromic luvisol. Samples were collected in two consecutive years.

The liming causes intense absorption of calcium and magnesium in the foliage of the vines. During the first year after the applying of the chemical meliorants the increase of the extent, in which absorb Ca in the foliage was proportional to the amount of the applied meliorant, while in subsequent years the data varied, as preserved the overall excess of absorbed by foliage calcium of the variants with liming compared to the variants without liming.

The applying of calcium containing meliorants in the soil causes increased absorption of magnesium in the foliage of the vines, although, this element was not applied as meliorant.

Key words: liming, calcium, magnesium, foliage, wine grape varieties

Увод

Настоящата работа представлява продължение в интерпретацията на данните от полски опит за изследване влиянието на неутрализирани минерални торове и химични мелиоранти върху химичния състав на листната маса от винени сортове лози (Вълчева и Трендафилов, 2011). В нея се прави анализ на въздействието на различни форми на химични мелиоранти, внасяни в почвата върху съдържанието на Ca и Mg в листната маса на лозовите растения. Данните за това въздействие са важен показател на елементното равновесие в растения, чиято коренова система е подложена на рязкото влияние на химични мелиоранти в почвата.

Материал и методи

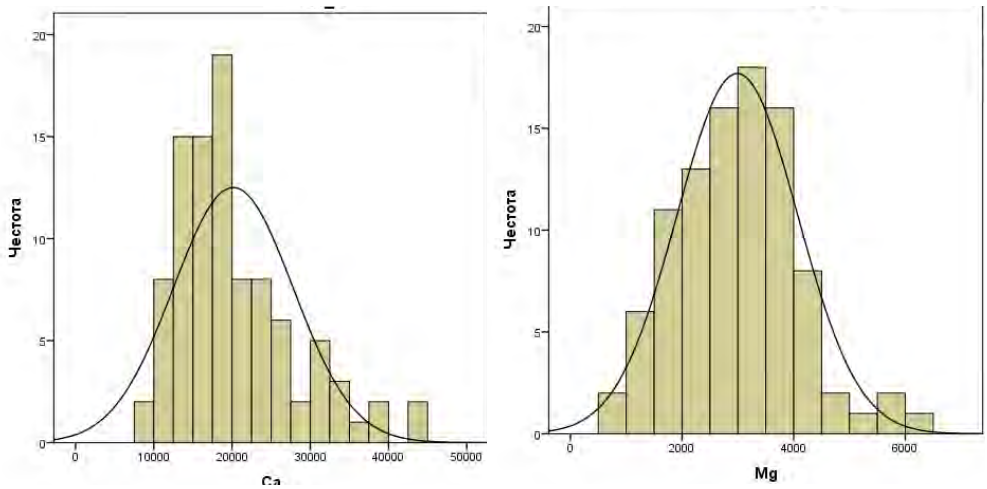
Изследванията са провеждани в условията на полски опит в лозови насаждения в землището на с. Мезек, община Свиленград. Схемата на опита е по метода на дългите парцели (Шанин, 1965), като в разпределението на вариантите е включена контрола без торене и варуване, вариант без варуване, но с комбинирано азотно, фосфорно и калиево торене и три нарастващи норми на варуване с хидратна вар - 100, 250 и 500 kg/dka. Всеки от вариантите е изведен в три повторения. Опитът е заложен след края на третата

вегетация. Всички сортове, които са включени в изследването са засадени на подложка Берландиери Х Рипария, селекция Опенхайм 4 (SO4). Мелиорантите са внесени в периода август - септември. Един месец след варуването са внесени фосфорните и калиеви торове, под форма съответно на троен суперфосфат и калиев сулфат, а азотния тор, под формата на NH_4NO_3 е внесен през февруари, преди началото на следващата вегетация.

Пробите от листен материал са взети двукратно, през есенния период, 15 месеца след внасянето на мелиоранта и в края на следващата вегетация, т.е. още 12 месеца по-късно. Листните проби са набирани от здрав, без видими повреди листен материал, като са подбирани листа с характерна за сорта големина, израснали от основните едногодишни летораси. Формировката на насаждението е двустранен кордон, с височина 80 cm. Лозите в опитните парцели имат относително еднакъв хабитус и са натоварени с плодни звена в приблизително еднаква степен. Пробите от листен материал са анализирани за установяване на общо съдържание на Ca и Mg (БДС 11374/86).

Резултати и обсъждане

Средното съдържание на Ca в общата извадка от всички изследвани почвени проби е 20150 mg/kg и е съпоставимо с данните от литературата за съдържанието на този елемент в листната маса (Schweigkofler et al., 2008), за екцесивно ниски могат да се смятат стойностите под 10000 mg/kg, а за екцесивно високи - тези над 30000 mg/kg. Абсолютния минимум на съдържание на Ca в листната маса е 8415 mg/kg, а абсолютния максимум - близо 32000 mg/kg. Честотното разпределение на стойностите на калция може да се апроксимира към нормално гаусово с ниво за значимост на извода от 95%.



Фиг. 1. Характеристика на честотното разпределение на съдържанието на Ca и Mg [mg/kg] в листната маса на лозови растения

Аналогичните данни за разпределението на елемента магнезий в общата извадка показва, че средната стойност на съдържанието му в листната маса е 2990 mg/kg и също не се отличава значително от познатите от литературата данни (Čoga et al., 2008). За екцесивно ниски в този случай приемаме данните, при които е получена стойност по-

малка от 1244 mg/kg, а за екцесивно високи - тези над 4879 mg/kg. Абсолютния минимум на съдържание на Mg в листната маса е 621 mg/kg, а абсолютния максимум - 6171 mg/kg. Честотното разпределение на стойностите на магнезия също както и на калция се апроксимира към нормално гаусово с ниво за значимост на извода от 95%.

Варирането на съдържанието на двата изследвани елемента в общата извадка се оценява чрез оценка на абсолютната стойност на техните коефициенти на вариация (VCa% r VMg%) в общата извадка. Данните показват, че VCa%=38%, а VMg%=36,18%, т.е. варирането и на двата елемента е значително и на етапа на тази предварителна оценка не дава основание да се допусне наличието на строга избирателност по отношение на тяхното поглъщане, нито да се счита, че те са относително постоянни и следователно характеристични величини за оценка на степента на запасеност на листата с който и да е от двата елемента.

Противоположната хипотеза е, че елементите калций и магнезий се акумулират в листната маса на лозовите растения, в зависимост от съдържанието на тези елементи в почвата и вероятно от нивото на протичане на физиолого-биохимичните процеси в растенията. Тази хипотеза е изследвана чрез аналогичен на горния статистически анализ, извършен за подизвадките, които формират отделните варианти и повторения на опита. Доколкото установеното в общата извадка разсейване на данните е твърде високо, приемаме необходимостта от статистически анализ не само на статичните показатели на разсейването, но и честотното разпределение на данните.

Таблица 1. Характеристика на варирането на съдържанието на Ca и Mg [mg/kg] в листната маса на лозови растения

Показател	Обща извадка		Контрола		Торене с неутрализирани торове		Варуване	
	Ca	**Mg**	**Ca**	**Mg**	**Ca**	**Mg**	**Ca**	**Mg**
x	20765	3054	15673	2608	17815	3203	23555	3076
Me	18785	3098	16653	2540	17139	2863	22485	3196
Mo	9455	621	1045	1424*	12916	1780	10153	621*
σ	7810	1095	4550	942	3687	1167	8765	1077
V%	38.0	36.2	29.0	36.1	20.7	36.4	37.2	35.0
As	1.13	0.39	0.235	0.202	0.695	1.17	0.596	-0.1
Ex	1.12	0.54	***-0.688***	***-1.258***	***-0.15***	1.17	***-0.358***	0.674
Min	8415	621	8415	1247	12916	1780	10153	671
Max	44909	6171	24326	4094	14985	2374	44909	2348
5%	10302	1244	8675	1291	12946	1795	11416	879
95%	36848	4879	11440	4078	25997	6097	41534	4967

На тази основа съдържанието на Ca и Mg, включени в системата за изследване могат да се разглеждат като съвместна от параметрираните и непараметрирани фактори функция на разпределение, при допускане за абсолютна непрекъснатост на функцията на разпределението. Анализът е аксиоматично ограничен до функцията на Гаусовото разпределение, независимо, че при предварителното изпитване на данните установихме достоверна апроксимируемост и към други функции на честотно разпределение. Те, обаче могат да се разглеждат и като частни случаи на Гаусовото разпределение, което ги интегрира в него. Тази изходна постановка позволява да бъдат формализирани във

вероятностни характеристики елементите на несигурност на модела по отношение на стойностите на Ca и Mg.

В условията на относително маломерна и фиксирана от конкретните условия на опита извадка екстраполируемостта на данните е силно ограничена. По тази причина изследването се базира на условната плътност на изследваните съдържания на Ca и Mg при условията на получаване на работните данни. $f(\mu|x)$. Тя е установена с помощта на формулата на Бейс във варианта и за плътности на теоретични честотни разпределения на случайни величини - $(\mu|x) = f(x,\mu)f(x) = f(x|\mu)f(\mu)f(x)$. Ограничената пространствена екстраполируемост на данните пък е решена чрез приемане на условието за недиференцируемост на функцията на разпределението, в интервала извън $\pm 3\sigma$.

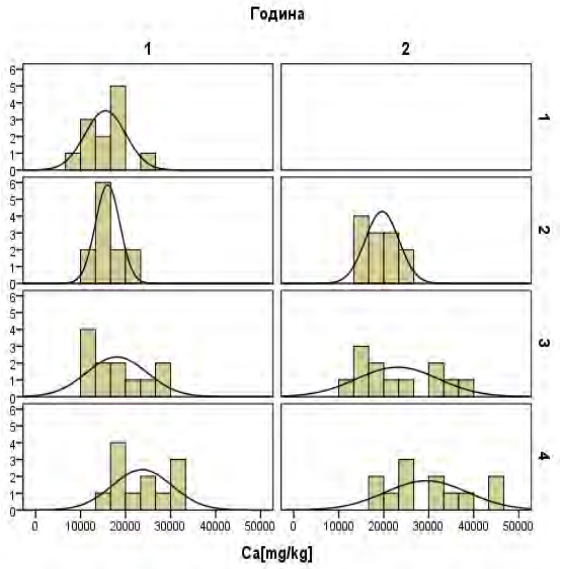
На основата на изложените по-горе допускания разглеждаме честотното разпределение на съдържанието на Ca и Mg в ограничени подизвадки, представляващи част от общата извадка, както следва: контроли, при които върху почвата не е прилагано мелиоративно въздействие с калцийсъдържащи мелиоранти или неутрализирани минерални торове; торене с неутрализирани по отношение на почвеното киселинно-алкално равновесие минерални азотсъдържащи торове и варуване, прилагано в три нарастващи по отношение на съдържание на калциев оксид норми, но с използването на два вида химични мелиоранти, които се различават по отношение на формата на свързване на калциевия оксид и оттам - по скоростта на взаимодействие на мелиоранта с почвените сорбционни позиции.

Влиянието както на неутрализиращото торене, така и на варуването по отношение на съдържанието на двата изследвани елемента в листната маса е статистически доказано при ниво на вероятност 95% и при допускането за нормално честотно разпределение във всички подизвадки. Така средното съдържание на калций в контролните варианти е 15501±4521; при вариантите с прилагането на неутрализиращо торене - 17815±753 и при вариантите с варуване с преципитат и с хидратна вар - съответно 20544±1682 и 26567±1709, съответно за по-бавнодействащия преципитат и за хидратната вар, прилаган като по-бързодействащ мелиорант при прилагането на еднакви по отношение на активното вещество норми на варуване.

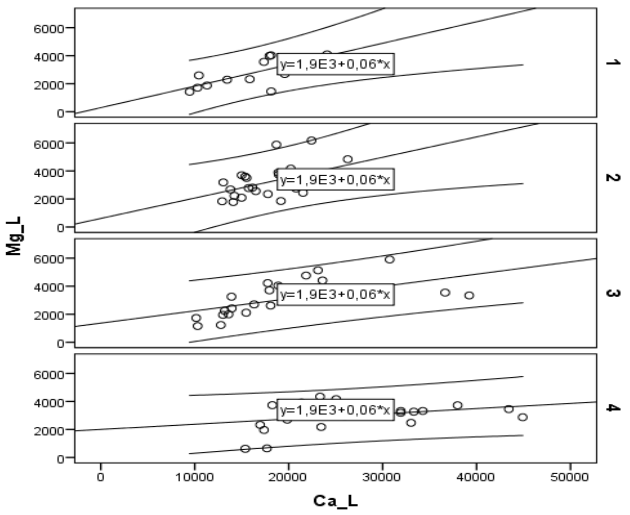
Като се има предвид, че въздействието на неутрализираните торове и на калцийсъдържащите мелиоранти се оценява чрез отклика на сложна по отношение на общата си организация биологична система, нормално е статистическото очакване за висока степен на разсейване на данните, демонстрирано от установената средна грешка на средната аритметична и от дисперсията на данните. Независимо от това, че съпоставимите порядъци на средните аритметични и произтичащите от тях непосредствени показатели на дисперсията са достатъчно представителни за характеризиране на варирането на търсения отклик в общата извадка и във формираните чрез различно мелиоративно въздействие върху почвата подизвадки са достатъчно показателни, приехме да съпоставим и коефициентите на вариране на съдържанието на Ca, в качеството му на показател, характеризиращ варирането, във вид, изчистен от влиянието на абсолютните стойности на средните аритметични. Резултатите показват, че относително най-изравнена е извадката, характеризираща съдържанието на Ca в листната маса при вариантите с торене с неутрализирани минерални торове - в нашия случай чрез прилагането на $CaNO_3$ в дози 25, 50 и 75 kg,

разчетено върху 1000 m^2 площ. Този резултат дава основание да се допусне наличието на физиолого-биохимичен механизъм, чрез който растението относително по-активно "управлява" по-дефицитните елементи в почвената физико-химична среда. В този смисъл са показателни данните на фигура 2, характеризиращи графично, с помощта на хистограми на честотното разпределение съдържанието на Ca в листната маса при прилагането на различни мелиоранти. От данните се вижда, че относително най-консолидирано около средната си аритметична е честотното разпределение, характеризиращо извадката на торене с $Ca(NO_3)_2$. Този извод се потвърждава от степента на заостреност на кривата на честотното разпределение, която е най-голяма именно при вариантите с прилагането на неутрализирания азотен тор.

Всички установени честотни разпределения са положителни, т.е. дясно изтеглени, което показва, че стойностите, по-ниски от средната аритметична за съдържанието на Ca биха били по-вероятни, ако се екстраполират от извадките на опита към генералната съвкупност, която самите извадки с определена степен на достоверност представляват. Най-дясноизтеглена асиметрична е отново подизвадката на торенето с $Ca(NO_3)_2$, което идва да покаже, че този метод на придвижване на киселинно-алкалното равновесие в сорбционния комплекс на почвата е палиативен по отношение на степента на неутрализация на постоянните сорбционни позиции в почвата, но едновременно с това достатъчно категорично неутрализира най-острия дефицит на бази в комплекса.



Фиг. 2. Характеристика на честотното разпределение на съдържанието на Ca [mg/kg] в листната маса на лозови расте-ния. (1-контроли; 2-торене с $Ca(NO_3)_2$; 4-варуване с преципитат; 5-варуване с хидратна вар)



Фиг. 3. Характеристика на зависимостта между съдържанието на Ca и Mg [mg/kg] в листната маса на лозови растения (1-контроли; 2-торене с $Ca(NO_3)_2$; 4-вару-ване с преципитат; 5-варуване с хидратна вар)

По-категоричната мелиоративна намеса, постигана чрез прилагане на химични мелиоранти (варианти 3 и 4 на фигура 2) водят до повишено разсейване на данните и едновременно с това повишават вероятността за дясна асиметрия на честотното разпределение в извадките. Повишеното разсейване, установено за данните от втората,

спрямо първата година от експеримента характеризира определен годишен лаг на отклика на повишената хетерогенност в степента на наситеност на почвените сорбционни позиции, предизвикана от позиционната недостъпност на варовия материал в почвата, особено при прилагане на високи дози на химичния мелиорант.

Внасянето на Ca под формата на неутрализирани торове или мелиоранти води до промяна в съотношението между Ca и Mg, както в почвата, така и в листната маса. Средното съотношение между двата елемента се променя от 5,8 в контролните варианти до 8,9 при вариантите с варуване с бързодействащия мелиорант - хидратна вар. Тази промяна е на фона на още по-широки отношения на съотнасяне на съдържанието на двата елемента в лесноподвижна обменна форма в почвата (Čoga et al., 2009). Едновременно с това увеличаването на съдържанието на Ca в листната маса води и до повишено поглъщане на магнезий, което вероятно е проявление на реакцията на растението за относително запазване на благоприятно за протичане на физиологичните процеси съотношение между двата елемента в растителната биомаса. Данните, които отразяват зависимостите между изменението на съдържанието на Ca и Mg в листата са показани на фигура 3. Представените данни дават основание да се направи извода, че внасянето на небалансирано високи дози калцийсъдържащи мелиоранти в почви, характеризиращи се със силен дефицит на бази в лесноподвижна обменна форма в комплекса могат да доведат до по-високо от оптималното съотношение между двата елемента в листната маса.

Заключение

Съдържанието на Ca в листата на плододаващи винени сортове лози се влияе в значителна степен от съдържанието на този елемент в леснодостъпна форма в почвата. Прилагането на калцийсъдържащи минерални торове и особено на химични мелиоранти води до съществено увеличаване на съдържанието на Ca в листната маса.

Прилагането на калцийсъдържащи мелиоранти повишава степента на хетерогенност на калциевото съдържание в листната маса. Причината за нея се дължи вероятно на позиционната недостъпност на варовите материали в почвата.

Увеличения темп на поглъщане на Ca в листната маса на лозите води и до повишаване интензивността на постъпването на магнезий, независимо от това, че неговото равнище в почвата не се променя.

Литература

БДС 11374 /86, (2009). Фуражи комбинирани, белтъчни концентрати и суровини за тях. Правила за вземане на проби и методи за изследване, София.

Вълчева В., К. Трендафилов, (2011). Влияние на варуването с хидратна вар върху киселинно-алкалното равновесие в кореновата зона на винени сортове лозя, Научни доклади от Международна конференция 100 години почвена наука в България, първа част, 16-20 май, , София, 474-479.

Шанин (1965). Методика на полския опит, Издателство на Българската академия на науките, София

Schweigkofler W., A. Cassar and Elmar Stimpel, (2008), Reduced levels of calcium and other mineral elements in leaves of grapevine infected with Bois noir, Mitteilungen Klosterneuburg 58, 117-122.

Čoga L., S. Slunjski, M. Herac Custic, J. Gundjaca, T. Ćostic, (2008). Phosphorus dynamics in grapevine on acid and calcareous soils, VII. Apls-Adria Scientific Workshop, Cereal research communications, Stara Lesna, Slovakia, Vol 36, 119-122.

Čoga L., S. Slunjski, M. Herac Custic, J. Maslac, T. Cosic, I. Pavlovoc, (2009). Influence of soil reaction on phosphorus, potassium, calcium and magnesium dynamics in grapevine (Vitis vinifera L.), Agric.conspec. sci., Vol. 74, No 1, Zagreb, 39-43.

ВЛИЯНИЕ НА КАЛИЕВОТО ТОРЕНЕ И СОРТОВИТЕ ОСОБЕНОСТИ ВЪРХУ ОБЩИЯ ДОБИВ ОТ ДОМАТИ, ОТГЛЕЖДАНИ ПРИ РАЗЛИЧНИ ПРОИЗВОДСТВЕНИ НАПРАВЛЕНИЯ

Веселина Василева, Николай Динев, Иванка Митова
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

THE EFFECT OF PRODUCTION, CULTIVARS AND POTASSIUM FERTILIZATION TYPE ON TOMATO FRUIT YIELD

Veselina Vasileva, Nikolai Dinev, Ivanka Mitova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Field experiment with different tomato cultivars has been carried out at early and mid-early production. Split (2 and 3 applications) and single dose potassium fertilization has been applied at constant N and P fertilization rates. The aim of the experiment is to determine the effect of production stage, cultivars and the potassium fertilization type on fruit yield.

The experiment proved that split potassium fertilization resulted in higher tomato fruit yield compared to the single dose potassium fertilization. The 3-dose potassium fertilization showed the highest overall yield during the three experiment years. The mid-early production resulted in higher overall yield compared to early production. The experiment proved that the yield from the cultivars "Nikolina F1", "Milqna" and "Atak" is comparable.

Key words: split fertilization, early and mid-early production, tomato cultivars

Увод

Доматите са една от най-широко разпространените и отглеждани зеленчукови култури, както у нас, така и в световен мащаб. Масовото им използване се дължи на високата продуктивност и многообразието на приложение на продукцията за прясна консумация и в преработвателната промишленост (Данаилов, 2008), затова снабдяването на населението с доматови плодове е изключително важно (Митова, 1994). За да се задоволят нуждите на вътрешния пазар, на износа и на консервната промишленост, у нас са обособени три производствени направления при отглеждането на домати на открита площ – ранно, средно-ранно и късно. Тези направления дават възможност при конкретните почено-климатични, икономически и социални условия да се организира ефективно полско доматопроизводство (Карталов и др., 1999). Те изискват високи нива на торене, обусловени от високите добиви и отглеждането на доматите почти изключително при поливни условия. Влиянието на торенето се проявява не само върху добивите, но и върху качеството на зеленчуците, изискванията към които са високи (Николова, 2010). Калият е един от най-важните хранителни за растенията елементи и тъй като е слабо подвижен, в зависимост от запасеността на почвата, в практиката се препоръчва прилагането на дробно

калиево торене при отглеждането на домати за получаване на по-висока и качествена продукция (Integrated Crop...).

Целта на изследването е да се определи влиянието на производственото направление, сортовите особености и начините на внасяне на калиевата норма върху добива на домати.

Материал и методи

Изведен е тригодишен полски опит с домати на ОП – Цалапица. Почвата е алувиално – ливадна, с ниско хумусно съдържание (1.28%). pH е неутрално – във вода е 6.9, а в калиев хлорид – 6.2. Съдържанието на минерален азот е ниско (14.7 mg/1000g), почвата е слабо запасена с P_2O_5 (4.4 mg/100g) и средно запасена с K_2O (13.6 mg/100g).

През експерименталната 2012 г. опитът е заложен със сорт „Миляна“ и хибриден сорт „Николина F1“, а през следващите години 2013 и 2014 сорт „Миляна“ е заменен със сорт „Атак“ (Енза Заден). Опитната парцелка е с големина 9.6 m^2, като схемата на засаждане на растенията е двуредова лента на висока леха – 110-50/35-40 cm. Изпитано е влиянието на калиева норма от 24 kgK/da под формата на калиев сулфат, внесена еднократно или дробно – двукратно и трикратно, на фон азотно (амониев нитрат) и фосфорно (троен суперфосфат) торене. Схемата на опита включва следните варианти на внасяне на калиевата норма: вариант 1 – контрола (неторен), вариант 2 – $N_{24}P_{16}K_{24}$ (еднократно внасяне), вариант 3 – $N_{24}P_{16}K_{12+12}$ (двукратно внасяне) и вариант 4 – $N_{24}P_{16}K_{8+8+8}$ (трикратно внасяне).

Представената схема е използвана при залагането на два опита с различни дати (25 – 30 април и 5 – 15 май всяка година) на засаждане на растенията, т.е. като ранно и средно ранно производствено направление.

Добивите са отчетени тегловно и обработени статистически с пакет ANOVA (Statgraphics).

Резултати и обсъждане

Производството на домати зависи от редица агроекологични фактори на околната среда и осигурения хранителен баланс в почвата.

На таблица 1 са показани резултатите от направения „Multiple range test“ при метод с LSD на добив от домати, при две производствени направления, в зависимост от начина на внасяне на калиевата норма.

При двете производствени направления, най-ниски добиви са отчетени от растенията на контролните варианти за трите сорта, включени в изследването. Това се потвърждава през трите експериментални години.

Разглеждайки растенията, заложени на ранната дата през 2012 опитна година, се вижда, че най-висок общ добив е получен от тези, на които е приложено двукратно калиево торене, като добивът на хибриден сорт „Николина F1“ е с 28% по-висок от този, отчетен от растенията на сорт „Миляна“ (4533.49 kg/da за „Миляна“ и 6320.86 kg/da за „Николина F1“). През втората година статистическа доказаност на разликите при ранното

производствено направление с висока достоверност има между добива домати от сорт „Атак“, получен от контролните растения, и този от останалите изпитвани варианти, а при доматите от хибриден сорт „Николина F1“ – между добива на всички варианти на торене, с изключение на тези с едно- и двукратно.

Таблица 1. Добив от домати, в зависимост от начина на внасяне на калиевата норма, при две производствени направления и три изпитвани сорта

Производст-вено направление	Година	2012		2013		2014	
	Сорт	Миляна	Николина	Атак	Николина	Атак	Николина
	Вариант	(kg/da)	(kg/da)	(kg/da)	(kg/da)	(kg/da)	(kg/da)
Ранно	Контрола	3543.80	4304.61	3224.72	3503.82	3046.34	4152.90
	$N_{24}P_{12}K_{24}$	4186.28	5041.74	4289.24	4601.39	4761.58	4938.51
	$N_{24}P_{12}K_{12+12}$	4533.49	6320.86	5093.30	5103.47	5350.48	5874.12
	$N_{24}P_{12}K_{8+8+8}$	4245.86	5229.01	6216.67	5643.06	6382.62	5985.30
	НМДР при P≥95%	542.117	540.277	181.832	201.388	496.390	621.249
Средно-ранно	Контрола	2979.64	5221.67	4124.31	3959.51	4463.41	4532.65
	$N_{24}P_{12}K_{24}$	4441.20	7132.55	6095.83	5700.64	5486.79	5718.17
	$N_{24}P_{12}K_{12+12}$	5000.21	8104.98	7084.90	5887.78	7037.17	6665.09
	$N_{24}P_{12}K_{8+8+8}$	6043.68	8925.60	7587.16	6870.66	7623.59	6784.46
	НМДР при P≥95%	436.133	454.644	269.775	140.246	553.920	775.495

При двете производствени направления, най-ниски добиви са отчетени от растенията на контролните варианти за трите сорта, включени в изследването. Това се потвърждава през трите експериментални години.

Разглеждайки растенията, заложени на ранната дата през 2012 опитна година, се вижда, че най-висок общ добив е получен от тези, на които е приложено двукратно калиево торене, като добивът на хибриден сорт „Николина F1“ е с 28% по-висок от този, отчетен от растенията на сорт „Миляна“ (4533.49 kg/da за „Миляна“ и 6320.86 kg/da за „Николина F1“). През втората година статистическа доказаност на разликите при ранното производствено направление с висока достоверност има между добива домати от сорт „Атак“, получен от контролните растения, и този от останалите изпитвани варианти, а при доматите от хибриден сорт „Николина F1“ – между добива на всички варианти на торене, с изключение на тези с едно- и двукратно.

Според Hartz (2007) калиевото торене с цел повишаване на добива е най-ефективно, ако се прилага в периода, включващ размер на плодовете 2-3 cm в диаметър и докато 10% придобият характерно оцветяване. В настоящото изследване това се потвърждава, тъй като последното калиево внасяне при дробното трикратно торене е при големина на плодчетата от първа цветна китка около 2 cm.

При растенията от средно-ранно производствено направление от втората година и за двата изпитвани сорта, най-висок добив е отчетен при доматите, торени с калий трикратно (6043.68 kg/da за сорт „Миляна“ и 8925.60 kg/da за хибриден сорт „Николина F1“). В този случай по-висок добив са дали растенията от хибриден сорт „Николина F1“, като процентно разликата им с добива, получен от доматите сорт „Миляна“, е 32%. Статистически доказани при 95% достоверност са разликите в отчетените добиви между всички варианти на торене и при двата сорта, включени в изследването.

През експерименталната 2013 година се установява най-висок добив при вариантите, в които калият е внесен на три пъти. При растенията, заложени на двете дати, тези от сорт „Атак“ формират по-голяма продукция (добив- 6216.67 kg/da за ранно и 7587.16 kg/da за средно-ранно направление), като разликата с растенията на хибриден сорт „Николина F1“ е 9% (5643.06 kg/da за ранно и 6870.66 kg/da за средно-ранно направление). Разликите в добива, в зависимост от начините на внасяне на калиевата норма, са доказани с висока достоверност между всички изпитвани варианти на двете заложени дати, при двата изпитвани сорта.

През третата реколтна година най-висок добив е получен от вариантите с трикратно торене, като добивите, отчетени от растенията на сорт „Атак“ са по-високи при двете производствени направления. За ранното производство, вариантът с трикратно торене на хибриден сорт „Николина F1“ отчита 5985.30 kg/da, а този на сорт „Атак“ – 6382.62 kg/da, разликата се изчислява на 6%. При средно-ранно производствено направление разликата между изпитваните сортове е 11%, като растенията на сорт „Атак“ дават 7623.59 kg/da, а тези на „Николина F1“ – 6784.46 kg/da. Разликите в отчетените добиви от доматите сорт „Атак“ и при двете направления са доказани с висока достоверност между всички варианти на торене. При P≥95% са доказани разликите в добивите, получени от всички варианти, с изключение на тези между варианти с дву- и трикратно калиево внасяне за растенията от хибриден сорт „Николина F1“, за двете дати на засаждане.

На таблица 2 са показани резултатите от направения „Multiple range test“ при метод с LSD на добив от домати, в зависимост от начина на внасяне на калиевата норма.

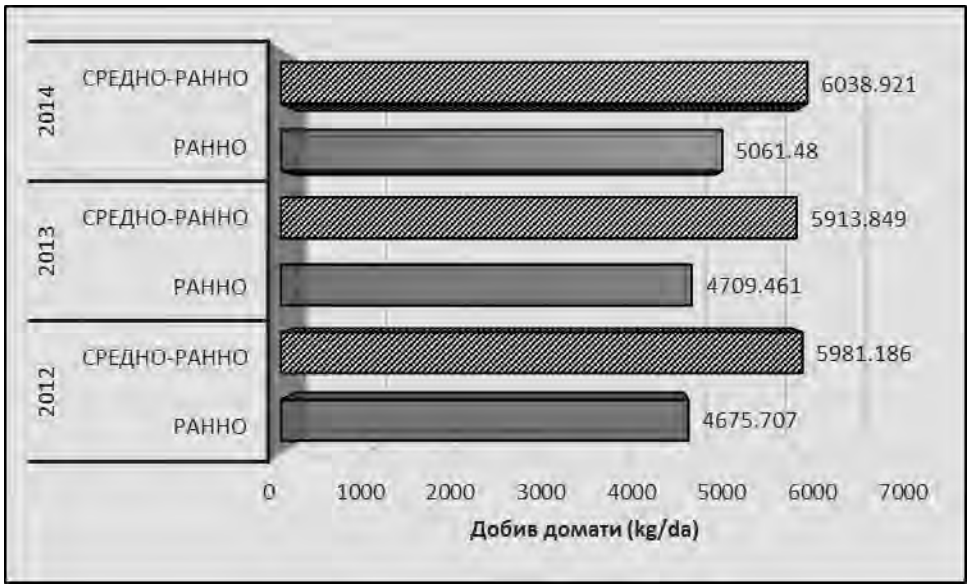
Таблица 2. Добив от домати в зависимост от начина на внасяне на калиевата норма

Варианти на торене	Опитна година		
	2012	2013	2014
Контрола	3618.49	3703.09	4048.82
$N_{24}P_{12}K_{24}$	4887.53	5171.78	5226.26
$N_{24}P_{12}K_{12+12}$	5691.12	5792.36	6231.72
$N_{24}P_{12}K_{8+8+8}$	6114.37	6579.39	6694.00
НМДР при P≥95%	226.701	127.864	281.032

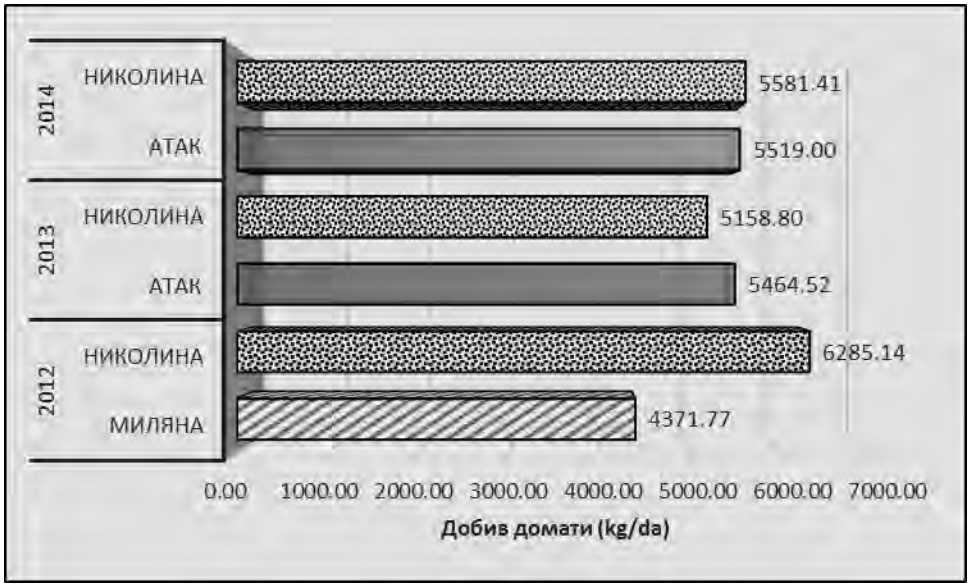
Най-висок добив е получен от растенията, торени с калий трикратно, а най-нисък – от контролните растения. Това се потвърждава през трите експериментални години.

През 2012 година доказани статистически с висока достоверност са разликите между всички добиви, с изключение на тези, получени от растенията, торени с калий дробно (дву- и трикратно). През следващите две години доказаност на разликите има между добивите от всички варианти на торене.

През трите опитни години средно-ранното производство дава по-висок добив, в сравнение с ранното. Това е очаквано, тъй като то е масово производство и растенията се развиват при по-подходящи климатични условия (фиг. 1).



Фиг. 1. Добив от домати, в зависимост от производственото направление



Фиг. 2. Добив от домати, в зависимост от сорта

За 2012 опитна година общият добив, получен от растенията на средно-ранното производствено направление е с 22% по-висок от този на ранното, за 2013 година разликата е 20%, а за 2014 процентите са 16%. През трите години разликите в добивите на двете направления се доказват статистически при 95% достоверност, като НМДР≥95% за 2012 година е 160.302 kg/da, за 2013 – 90.414 kg/da и за 2014 година – 198.720 kg/da.

Интерес представляват резултатите за добива домати, отчетени в зависимост от сорта през трите опитни години (2012, 2013 и 2014) (фиг. 2).

Най-висок добив е отчетен през 2012 година от растенията на хибриден сорт „Николина F1“. През тази година разликата в получения добив от двата изпитвани сорта (6285.14 kg/da за „Николина F1“ и 4371.77 kg/da за „Миляна“) се доказва статистически с 95% достоверност и НМДР≥95% 160.302 kg/da.

През 2013 година хибриден сорт „Николина F1“ отстъпва по добив на сорт „Атак“ (съответно 5158.80 kg/da и 5464.52 kg/da), разликата е доказана статистически с висока достоверност (НМДР≥95% 90.414 kg/da).

През следващата опитна-2014 година, добивът, получен от растенията на хибриден сорт „Николина F1“ (5581.41 kg/da) е по-висок от този на сорт „Атак“ (5519.00 kg/da), но разликата не е статистически доказана.

Може да се заключи, че добивите, получени от българските сортове домати, включени в изследването, се изравнява с най-добрите за условията на България вносни хибриди (Данаилов, 2008).

Заключение

При ранното производствено направление най-резултатна по отношение на добива домати се оказва торова норма $N_{24}P_{16}K_{12+12}$ през 2012 година и $N_{24}P_{16}K_{8+8+8}$ за следващите 2013 и 2014 опитни години, за сортовете, включена в изследването.

При средно-ранното производствено направление растенията при торова норма $N_{24}P_{16}K_{8+8+8}$, дават най-висок добив за трите години с трите изпитвани сорта.

Растенията, торени с $N_{24}P_{16}K_{8+8+8}$ дават най-висок общ добив, независимо от сорта и направлението през трите експериментални години.

Най-висок общ добив, независимо от торовата норма и направлението, през 2012 и 2014 години е отчетен от растенията на хибриден сорт „Николина F1“, а през 2013 година – от тези на сорт „Атак“.

Растенията от всички изпитвани сортове и норми на калиево торене дават по-висок добив в условията на средно-ранно производствено направление, в сравнение с тези на ранното.

Литература

Данаилов, Ж. (2008) Доматите, стр. 21;

Карталов, П., М. Дойкова и П. Бошнаков (1999) Зеленчукопроизводство със семепроизводство. С., Виденов и син, ISBN 954-8319-28-4.

Митова, Ив. (1994) Проучване върху някои агрономични и екологични аспекти на органичното и минералното торене на домати в оранжерийни условия, Дисертация, Научноизследователски институт по почвознание и агроекология „Никола Пушкаров", София;

Николова, М. (2010) Калият – Хранителен елемент за добив и качество, Международен Калиев Институт, IPI Research Topic No.18, Хорген, Швейцария, ISBN 978-3-905887-00-6;

Hartz, T. (2007) Fertility Management of Processing Tomato, 2007 Plant & Soil Conference, p.71-75;

Integrated Crop and Pest Management Recommendations for Commercial Vegetable Production (1999) Cornell Cooperative Extension, Ithaca, New York, p. 273.

ХИМИЧНИ ПРОМЕНИ В ПОЧВАТА ПРИ УСТАНОВЯВАНЕ НА СРАВНИТЕЛНИЯ ЕФЕКТ ОТ ИЗПОЛЗВАНЕ НА УТАЙКИ И ПТИЧИ ТОР КАТО ПОЧВЕНИ ПОДОБРИТЕЛИ

Елена Златарева*, Кумхур Аудинали, Светла Маринова***
**ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, **Университет в Бурса, Турция*

CHEMICAL CHANGES IN SOIL FOR THE ESTABLISHMENT COMPARATIVE EFFECT OF USING SLUDGE AND MANURE AS A SOIL IMPROVER

Elena Zlatareva*, Cumhur Aydinalp, Svetla Marinova***
**N. Pousckarov ISSAPP, Sofia, **Uludag University, Bursa, Turkey*

Abstract

The aim of the study was to compare the effect of the use of sewage sludge for waste water (WWTP) and poultry manure as soil improvers in agriculture on chemical and agrochemical soil properties. Greenhouse pot experiments were conducted with Alluvial Meadow sols and Haplic Vertisols. The experiment was carrying out with 1 kg soil per pot in three replicates. Treatments with sewage sludge and poultry manure are: control (without soil ameliorative substance (AS)), 3, 5, 10 and 15 % AS of soil mass. The culture used as indicators in all greenhouse experiment was alfalfa. A complex evaluation of the results of the chemical analysis of soil samples from Greenhouse pot experiments. Obtained *is* up to date quantitative information on the positive effect of sewage sludge and poultry manure on soil fertility, chemical and agrochemical properties of the soil.

Key words: sewage sludge for waste water (WWTP), poultry manure, Greenhouse pot experiments

Увод

Органичното торене е необходимо условие за поддържане на почвеното плодородие чрез осигуряване на бездефицитен хумусен баланс. 0т гледна точка на почвеното плодородие и екологията все по голямо значение придобива пълното и правилно използване на оборския тор, растителните остатъци и други органични отпадъчни продукти.

Утайките представляват екологичен проблем, тъй като се трупат в района на пречиствателните станции, затрудняват тяхното функциониране и замърсяват природната среда. Освен екологичен проблем, утайките са и органичен резерв. Те са органична маса и съдържат макро и микроелементи и могат да се използват за поддържане и повишаване на почвеното плодородие. Директното използване на утайки в земеделските земи е възможно само в случаите, когато утайките отговарят на изискванията на законодателството. Използване на утайки в земеделието не е широко разпространена практика в България.

У нас доказателства за положителния агрономичен ефект от използването на утайки в земеделието показват изследванията на Маринова, 2008, Панайотова и др.,2010

като се изтъква едно от основните им предимства, а именно съдържанието на органично вещество, което се включва в процесите на хумусообразуване и минерализация и служи като източник на хранителни вещества за растенията.

Ефективната употреба на утайки за селскостопанска дейност изисква да бъдат наблюдавани химичните промени настъпили в почвата, както предимствата така и рисковете свързани с приложението им (Маринова и Катиджотес, 2006).

В нашата страна птичият тор, като почвен подобрител е малко застъпен, в сравнение с оборският тор от едър рогат добитък. Птичият тор съдържа повече количество хранителни вещества, отколкото другите оборски торове. Хранителната стойност на непреработен птичи тор се влошава бързо когато се съхранява на открито, бързо губи N поради високата протеолитична активност (Muller, 1984). Азотът в птича тор присъства в органични и неорганични форми, които са предмет на изветряване, обездвижване, минерализация, извличане и поемане на растенията (Castellanos и Pratt, 1981)

Целта на настоящето изследване е да се направи сравнителен анализ на химичните промени в почвата при използване на утайки от ПСОВ и птичи тор като почвени подобрители.

Материал и методи

За установяване на сравнителния ефект са изведени вегетационни опити с птичи тор и утайка от ПСОВ София.

Изследваните варианти както за утайката, така и за птичия тор са: контрола (чиста почва без почвен подобрител), 3%, 5%, 10% и 15% от теглото на почвата внесен подобрител. При всички изведени вегетационни опити индикаторна култура е люцерна в четири откоса.

Преди залагане и след прибиране на опитите почвите са анализирани за съдържание на основни хранителни елементи и някой тежки метали по стандартни методи, използвани в ИПАЗР "Н. Пушкаров: за pH- БДС EN 12176, общо съдържание на тежки метали БДС EN 13346, амониев азот БДС ISO 7150-1, нитратен азот БДС ISO 7890-3, органичен въглерод БДС EN 13137, подвижни форми на P и K по ацетатно -лактатен метод (Иванов, П., 1984).

Резултати и обсъждане

Данните от агрохимичния анализ на алувиално-ливадната почва, с която са изведени опитите показват, че почвата е с добра запасеност с подвижен фосфор (19.0 mg P_2O_5/100g почва), добра запасеност с подвижен калий (25.6 mg K_2O/100g почва), а минералният азот е с превес на амониевата форма. Общото количество на тежките метали в почвата е под пределно допустимите концентрации (ПДК). Излужената смолница от района на гр. Божурище е много добре запасена с подвижен калий - 35.8 mg K_2O/100 g почва, и добре запасена с усвоим за растенията фосфор - 28.5 mg P_2O_5/100 g почва. Минералният азот е с превес на амониевата форма. Общото количество на тежките метали

е под ПДК. Анализите за почвените подобрители са публикувани в предишно наше изследване (Toncheva et al 2014).

Вегетационни опити с утайка

При опитите с утайка се вижда (табл. 1), че и при двете почви с увеличаване количеството на внесената утайка слабо се повишава pH на почвата измерена във вода. Сходни са и резултатите при изменението на агрохимичните свойства на излужената смолница с тези на алувиално- ливадната почва. Агрохимичните анализи показват, че с увеличаване дозата на утайката се увеличава усвоимият за растенията фосфор. При най-високата доза прибавена утайка се постига висока степен на запасеност с усвоим фосфор- 24,3 mg P_2O_5/100g почва при алувиално ливадната почва и 24,5 mg P_2O_5/100g почва при излужената смолница. Въпреки значителния износ на фосфор с добива от четирите откоса люцерна, количеството на внесеният с утайката фосфор е достатъчно, за да компенсира износа и да осигури по- добра запасеност на почвата с фосфор. Степента на запасеност с подвижен калий и при двете почви се повишава слабо с нарастване количеството на утайката по варианти. При 15% утайка от теглото на почвата, съдържанието на калий достига 27,2 mg K_2O /100 g за алувиално ливадната почва и 35,2 mg K_2O /100 g за излужената смолница. Това показва, че се достига една добра степен на запасеност с този хранителен елемент.

И при двете почви количеството на минералният азот по варианти слабо намалява. Това става за сметка на по-голямото му извличане от люцерната. С увеличаване нормата на утайката се получава и по-голям добив от люцерната и при четирите откоса, което води до по-голям износ на азот.

Доказана е и положителната роля на утайките върху баланса на хумуса, вследствие активиране дейността на почвените микроорганизми. Внасянето на сухи утайки обогатява почвата с органично вещество. Съдържанието на хумус и при двете почви се увеличава по варианти. За алувиално- ливадната почва при норма 15% хумусът достига до 2.9%, а за излужената смолница до 5.0%.

Най-проблемни при оползотворяване на утайките, особено в земеделието, се оказват тежките метали. Подвижността, усвоимостта или отмиването на фитотоксичните метали след внасяне на утайки от ПСОВ в почвата зависи от редица почвени фактори като pH, катионно-обменния капацитет, съдържанието на хумус, наличие на Fe и Al и др. (Atanasova et al, 2005, Marinova and Chuldjan,1999). Взаимодействието на някои от тях с почвения поглъщателен комплекс ги имобилизира и прави недостъпни за растенията, докато други са достъпни и се усвояват лесно от растенията. Токсичността на тези вещества зависи не само от техните свойства, но преди всичко от концентрацията им в почвата (McGrath et al, 1995). Според активната реакция и на двете почви всички измерени количества на тежките метали са няколко кратно под нормата за допустимото им съдържание в почвите. Получените резултати дават достатъчно точна характеристика за количеството на внесените тежки метали с утайката. С нарастване нормата на утайката по

варианти се наблюдава увеличение на общото съдържание на изследваните тежки метали. Но дори и най-високата норма на употребената утайка като почвен подобрител не представлява риск от замърсяване на почвите с тежки метали (таблица 1).

Таблица 1. Агрохимичен и химичен анализ на почвени проби от вегетационен опит с утайка

Варианти	**pH** H_2O	**NH_4+ NO_3** mg/kg	**P_2O_5** mg/ 100g	**K_2O** mg/ 100g	**Хумус** %	**Cu** mg/kg	**Zn** mg/kg	**Pb** mg/kg	**Cd** mg/kg	**Mn** mg/kg
Алувиално ливадна почва										
Контрола	7,0	17,3	13,2	25.0	2,70	31,5	68,0	29,5	1,0	595
Утайка 3 %	7,4	16,1	15,8	20,4	2,29	42,5	89,0	36,0	1,0	750
Утайка 5 %	7,3	13,2	15,7	17,7	2,49	40,0	88,5	31,0	1,0	765
Утайка 10 %	7,3	10,9	19,5	15,0	2,85	51,5	127,5	39,5	1,0	738
Утайка 15 %	7.3	10.9	24,3	15.1	2.90	53.8	130.2	40.3	1,0	750
Излужена смолница										
Контрола	7,5	21,9	36,3	35,2	3,50	39,5	95,0	32,5	1,0	1010
Утайка 3 %	7,6	9,2	30,5	31,2	4,12	37,5	104,5	36,5	1,0	1015
Утайка 5 %	7,6	13,2	38,4	34,2	3,44	38,0	132,5	39,5	1,0	905
Утайка 10 %	7,6	13,8	16,1	32,8	5,00	50,5	150,0	57,0	1,0	710
Утайка 15 %	7,7	11,5	24,5	33,3	4,20	52,0	177,0	56,0	1,0	863

Вегетационни опити с птичи тор и индикаторна култура люцерна

При опита с употребата на птичи тор като почвен подобрител и при двете почви pH на почвата измерена във вода се повишава с увеличаване количеството на внесения тор. Почвата от слабо кисела преминава в неутрална.

Резултатите от изследването показват, че под влияние на нарастващите норми на птичия тор са настъпили съществени изменения в някои агрохимични свойства на почвата /таблица 2/. Увеличението на подвижният фосфор в почвите е значително, което е 10 пъти по-високо от контролата. При варианта с 15% внесен птичи тор подвижният фосфор достига до 279,1 mg/100g при алувиално ливадната почва и 231,0 mg/100g при излужената смолница. Запасеността на почвата с подвижен калий също рязко се повишава до 297,3 mg/100g за алувиално ливадната почва и до 338,8 mg/100g за излужената смолница. Тези високи концентрации на подвижните форми на фосфор и калий могат да доведат от една страна до депресия в добивите, а при полски условия при напояване или по-големи количества валежи до измиване на тези хранителни вещества и попадането им в подпочвените води. При азота се наблюдава слабо повишение на минералните фракции (NH_4+NO_3) с увеличаване количеството внесен птичи тор.

Органичното вещество в почвата също следва хода на основните хранителни елементи. При най високата норма птичи тор при алувиално -ливадната почва хумусът достига до 4,28 %, а при излужената смолница-7,68 %

Данните за съдържанието на общи количества тежки метали и при двете почви показват, че нарастват с увеличаване на птичия тор. Но те са много под нормата на пределно допустимите граници при измерената активна реакция на почвата (pH се движи от 6,3 до 7,1). Следователно при внасянето на по-големи количества птичи тор почвата не се натоварва с токсични количества тежки метали (табл. 2).

Таблица 2. Агрохимичен и химичен анализ на почвени проби от вегетационен опит с птичи тор

Варианти	**pH** H_2O	**NH_4+ NO_3** mg/kg	**P_2O_5** mg/ 100g	**K_2O** mg/ 100g	**Хумус** %	**Cu** mg/kg	**Zn** mg/kg	**Pb** mg/kg	**Cd** mg/kg	**Mn** mg/kg
Алувиално ливадна почва										
Контрола	6.3	15,6	5,5	14,6	2,78	34,5	71,0	26,5	1,0	680
Птичи тор 3 %	6.5	16,7	101,0	28,8	2,88	39,0	92,5	31,0	1,0	730
Птичи тор 5 %	6.6	16,1	122,3	50,5	2,55	37,5	92,0	31,0	1,0	810
Птичи тор 10 %	6.8	13,8	123,3	185,1	3,62	38,5	127,5	31,0	1,0	822
Птичи тор 15 %	7.1	15,6	279,1	257,3	4,28	39,5	152,5	31,5	1,0	765
Излужена смолница										
Контрола	6.3	13.2	21.5	31.5	3.90	31,0	95,5	31,0	1,0	930
Птичи тор 3 %	6.5	11.5	93.8	132.4	5.48	30,0	132,5	32,5	1,0	965
Птичи тор 5 %	6.7	14.4	150.4	171.8	5.48	37,0	192,5	36,5	1,0	950
Птичи тор 10 %	6.8	17.3	245.8	338.8	5,00	37,5	180,0	28,0	1,0	1028
Птичи тор 15 %	7.0	23.0	231,0	351,0	7.68	44,0	250,0	26,5	1,0	1095

Изводи

Внасянето на утайки и птичи тор в почвата, повишава нейната продуктивност, чрез въздействие върху химичните, физични и микробиологични фактори на почвеното плодородие. Те са много ефективен доставчик на биогенни елементи и микроелементи.

Утайките са пригодни за възстановяване баланса на органичното вещество. С нарастване нормата на утайката по варианти се наблюдава увеличение на хумуса.

Под влияние на нарастващите норми на птичия тор са настъпили съществени изменения в някои агрохимични свойства на почвата. Подвижният фосфор достига до 279,1 mg/100g при алувиално ливадната почва и 231,0 mg/100g при излужената смолница. Запасеността на почвата с подвижен калий също рязко се повишава до 297,3 mg/100g за алувиално ливадната почва и до 338,8 mg/100g за излужената смолница. В полски условия това ще доведе до риск от замърсяване на подпочвените води с фосфор и калий.

Общото съдържание на изследваните тежки метали в двете почви нараства с повишаване количеството внесена утайка. Дори и най-високата норма на употребената утайка като почвен подобрител не представлява риск от замърсяване на почвите с тежки метали.

Литература

Иванов, П., (1984). Нов ацетатно - лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий в почвата. Почвознание и агрохимия №3,

Маринова, С., (2008). Утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води и правила за тяхното оползотворяване. Издателство „ПъблишСайСет-Еко", 123 стр.

Маринова, С., Н. Катиджотес. (2006). Изисквания и възможности за използване на утайките от пречиствателните станции за отпадъчни води в земеделието. Екология и индустрия, том 8, 2, 265-267.

Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието, приета с ПМС № 339 от 2004 г. (обн., ДВ, бр. 29 от 08.04.2011 г., изм. ДВ, бр.29 от 08.04.2011 г.

Панайотова, Г., А. Горбанова-Варотто, Ст. Горбанов. (2010). Влияние на торенето с биологични утайки от станции за пречистване на канални води върху съдържанието на тежки метали в излужена смолница и натрупването им в памукови растения, Изследвания върху полски култури, Том VI-2. 269-278

Atanassova, I., S. Marinova, M. Teoharov and E. Filcheva. 2005. Present status of past sewage sludge treated soils. Impacts on Cd and Pb mobility. In Proc."Management, Use and Protection of Soil Resources" National Conf. with Inter. Particip. 15-19 May Sofia, pp. 409-414

Castellanos, J.Z. and Pratt, P.F. (1981). Soil Sci. Soc. Amer. J., **45**: 354-357.

Marinova, S. and Chuldyan, H., 1999. Estimation the Effect of the Sludge from Waste Water Treatment Station over the leached Smolniza and degraded Chernozem. EXTENDED ABSTRACTS, Soil with Mediterranean Type of Climate, 6th International Meeting, Barcelona, 4-9 July, 1999; 286 – 288.

McGrath S. P., A. M. Chaudr and K E. Giller, 1995. Long-term effects of metals in sewage sludge on soils, microorganisms and plants. *Journal of Industrial Microbiology*, 14, 94-104.

Muller, Z.O. (1984). Feed from animal waste: Feeding manual, FAO animal production and health paper. 28.

Toncheva, R., H. Pchelarova, S. Marinova, 2014. Effect of Organic Waste Materials for Ameliorating Soils. Journal of Balkan Ecology, vol. 17, N_0 2, 143-152

Благодарности. *Колективът изказва благодарност за финансовата подкрепа за провеждане на експериментите на договор № ДФНИ-Е01/3, финансиран от фонд Научни изследвания.*

ОБЕЗЗАРАЗЯВАНЕ НА УТАЙКИ ОТ ПСОВ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАРОВИ МАТЕРИАЛИ

Елена Златарева*, Весела Георгиева, Светла Маринова*, Вера Петрова***
**ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, **НЦОЗА, София*

DECONTAMINATION OF SEWAGE SLUDGE USING LIME MATERIALS

Elena Zlatareva*, Vesela Georgieva, Svetla Marinova*, Vera Petrova***
**H. Pushkarov ISSAPP, Sofia, **NCPHA, Sofia*

Abstract

In recent years, built and entered into operation a large number of treatment plants for waste water. In biological purification, there are large of sludge. Due to insufficient decontamination and stabilization limited their implementation in practice, as required by law. A study on the use of lime as a means of disinfection and stabilization of sewage sludge Plovdiv. Tested are different rates of treatment with lime - 15, 20 and 30% "quicklime of the dry matter of the sludge. It was found that 20% of sludge treatment with fine lime is obtained sludge decontamination effect can be utilized in practice.

Key words: sludge, lime, decontamination

Увод

През последните години се изградиха и влязоха в експлоатация повече от 80 градски пречиствателни станции за отпадъчни води /ГПСОВ/. При биологичното пречистване се получават утайки, които представляват екологичен проблем. Те се трупат в района на станциите, затрудняват тяхното функциониране и могат да замърсят природната среда (Марков и др. 1999). Утайките са биомаса и представляват органичен резерв, във връзка с недостига на органични източници в нашата страна. Те могат да се използуват в практиката при определени условия, съгласно законодателството (Маринова, 2002 Маринова, 2001).

Независимо от разработените нормативни документи в практиката съществуват редица проблеми, които ограничават реализирането на утайките. Един от тези проблеми е свързан с нарушените санитарно-микробиологични показатели в повечето пречиствателни станции. Това затруднява и ограничава реализацията на утайките в практиката.

Целта на изследването е да се намерят възможности за намаление на периода на съхранение на утайките чрез ускоряване на процесите на обеззаразаване и обезмирисяване, като се използват варови материали. Това е необходимо, тъй като при изградените нови ПСОВ липсват изсушителни полета и всякакви площадки за временно съхранение и третиране на утайките.

Материал и методи

Проведено е изследване за установяване нормите на негасената вар при третиране на утайки от ПСОВ и въздействието и върху обеззразяването и стабилизирането им преди оползотворяване. Използвана е негасена вар от фирма

„Огняново” ЕООД, разположена в района на Пловдив и Драгоман. Определено е и времето, необходимо за пълно унищожаване на патогените в утайките, преди реализирането им в практиката. Използвани са пресни утайки от ПСОВ в гр. Пловдив, след лентовите филтърпреси. Извършени са следните изследвания.

1. Качествена характеристика на пресни утайки от ПСОВ в Пловдив преди провеждане на експериментите за обеззаразяване с негасена вар.

Пробите утайки са анализирани по показатели, съгласно изискванията на Наредбата за използване на утайки чрез употребата им в земеделието от 14.12.2004г – за съдържание на агрохимични и химични показатели, санитарно- микробиологични, съдържание на органични замърсители и за съдържание на хелминти. Методът за определяне на микробиологични показатели е верифициран и е базиран на метод от „Сборник от методики от списъка на задължителните лабораторни изследвания по хигиенно-епидемиологичния контрол в областта на комуналната хигиена“, МЗ, София, 1985г.

2. Изследвания, свързани с обеззаразяване на утайките при участие на различни норми негасена вар и времепрестой.

Свежа утайка от ПСОВ в Пловдив е компостирана в лабораторни условия с негасена вар в различни концентрации и варианти. Компостирането е извършено при аеробни условия и температура 20 °С. Експериментите са изведени като утайките са третирани с финно смляна и по-едро смляна негасена вар.

Третиране на прясна утайка с фина фракция негасена вар - 90 микрона

Утайките от ПСОВ в гр. Пловдив са със съдържание на сухо вещество 21%. /табл. 1/. За експеримента е използвана 500 гр. утайка, която съдържа 105 гр. сухо вещество. Изпитани са 3 норми на третиране на утайките – 15, 20 и 30% негасена вар от сухото вещество на утайката. Третирането е извършено чрез еднократно, двукратно и трикратно внасяне на варта и периодично разбъркване. Поради трудностите, които се срещат при унищожаване на *Clostridium perfringens* и неговите спори, сме изследвали в динамика само този показател.

Третиране на прясна утайка с по-едра фракция негасена вар – 0-5 мм

Изпитани са същите норми на третиране, съответно 15, 20 и 30% по-едра фракция негасена вар, внесена на порции. На така заложените експерименти е изследвано съдържанието на *Clostridium perfringens*, като първото отчитане е извършено 46 часа след третиране на утайките. Проследено е унищожаването на *Cl. perfringens*, поради това, че тези микроорганизми са най-устойчиви при различните начини и методи на обработка. Второто отчитане за *Clostridium perfringens* от заложените варианти е извършено след 22 дена от залагане на експеримента. Трето отчитане е извършено след 31 дена.

Оценка на качеството на утайките след третиране с варови материали

Направена е сравнителна оценка за установяване ефекта на варта при различните варианти, третирани с финна и по-груба фракция негасена вар. Установена е най-ефективната норма на обработване на утайките и времето, необходимо за обеззаразяването. На най-перспективните варианти в края на експеримента е извършен химичен и агрохимичен анализ за установяване на настъпилите промени в резултат от третирането с вар.

Резултати и обсъждане

Агрохимична и химична характеристика на пресните утайки

На таблица 1 са представени резултатите от агрохимичната и химична характеристика на пресните утайки от ПСОВ Пловдив. От данните се вижда, че реакцията на средата е неутрална към алкална. Съдържанието на сухо вещество е 21%. Агрономически интерес представлява съдържанието на органично вещество и на основните органогенни елементи за поддържане и повишаване на почвеното плодородие. Водоразтворимите форми на азот установяват, че при утайките от Пловдив преобладава нитратната форма, което показва, че минерализационните процеси са напреднали, защото утайката е с по-високо сухо вещество и аерацията подпомага минерализацията. Подвижните форми на фосфор и калий са с по-ниски стойности, поради по-ниското съдържание на общите форми на същите елементи. Отделянето на фосфор от водите предполага обогатяване на утайките с този елемент. Известно е, че почвите са бедни на фосфор, а неговото значение за развитието на културите е голямо. Изследванията показват, че съдържанието на общ фосфор е 0,86%. Съотношението между N:P е в полза на азота. Съдържанието на общ калий е ниско. Използуването на утайките се ограничава от съдържанието на тежки метали в тях (Маринова, 2008, Marinova and Chuldyan, 1999, McGrath at al 1995). Отчетените стойности /табл.2/ са под пределно допустимите концентрации /ПДК/ определени в Наредбата за използване на утайки чрез употребата им в земеделието от 14. 12. 2004г. и не представляват ограничител при използване на утайките в практиката.

Таблица 1. Химична и агрохимична характеристика на пресна необработена утайка от ПСОВ Пловдив и обработена с 20% фина негасена вар

Показатели	Стандарти /валидирани методи	Резултати за необраб. утайка	Резултати за утайка с 20% вар
pH /$_{H2O/}$	БДС EN12176	6,40	7,04
Сухо в-во, %	БДС EN 14346	20,77	93,27
Орг.въглерод, %	БДС EN 13137	37,54	15,84
Общ N, %	БДС EN 1342	3,30	2,27
Общ P, %	EPA 6010C	0,86	0,68
Общ K,%	EPA 6010C	0,22	0,15
Общ Ca, %	EPA 6010C	5,27	13,59
Общ Mg ,%	EPA 6010C	0,52	0,43
N-NH_4 mg/kg	БДС3587	225	398
N-NO_3 mg/kg	БДС EN ISO 10304-1	1551	234
P_20_5 %	EPA 6010C	0,147	0,252
K_20 %	EPA 6010C	0,073	0,062
S като $SO_{4/}$ mg/kg	БДС EN ISO 10304-1	8852	2401

Органо-химични съединения

Това са вещества, които в концентрации над ПДК са опасни за здравето на животните и човека (Langenkamp and Part. 2001). Характеризират се с висока токсичност. Повечето съединения са малко или неразтворими във вода. Пресната утайка е изследвана за съдържание на устойчиви органични замърсители-сума ПАВ е 0,99130 мг/кг и сума ПХБ е <0,0001 мг/кг към сухо вещество. Получените сумарни

стойности са под ПДК, посочени в законодателството и не представляват ограничаващ фактор при оползотворяване в практиката.

Таблица 2. Съдържание на тежки метали в пресна необработена утайка от ПСОВ Пловдив

Тежки метали mg/kg сухо вещество	**Методи**	**Резултати от анализа**	**ПДК** Български норми	**ПДК** Европейски норми
As	EPA 6010C	13,28	25	-
Cd	EPA 6010C	3,42	30	20-40
Cr	EPA 6010C	131,3	500	-
Ni	EPA 6010C	69,12	350	300-400
Cu	EPA 6010C	370,1	1600	1000-1750-
Zn	EPA 6010C	1295	3000	2500-4000
Pb	EPA 6010C	199,4	800	750-1200
Hg	EPA 6010C	<1,0	16	16-25

Замърсяване с токсични компоненти и болестотворни микроорганизми

Изследваните показатели дават възможност за изясняване на замърсяване на утайките с микроорганизми – санитарно-показателни (колиформи, Е. коли, ентерококи, сулфитредуциращи клостридии) и патогенни (р. Салмонела) и установяване тяхното поведение, т.е. процесите на самоочистване. Резултатите установяват, че в пресните утайки от ПСОВ Пловдив /табл. 3/, се съдържат колиформи, е. коли и кл. перфрингенс в стойности над ПДК. Тази характеристика ограничава използването на утайките в практиката. *Salmonella enterica* не е изолирана от изследваната от нас утайки от ПСОВ Пловдив, но се съдържат *E. коли* и *Clostridium Perfringens* в количества, над ПДК. От утайката се изолира и *Enterococcus* спп. Микроорганизмите от тези групи могат да доведат до инфекции при животни и хора и не трябва да се внася в почвата без предварително аеробна или анаеробна обработка. /табл. 3/.

Таблица 3. Микробиологични изследвания на пресна необработена утайка от ПСОВ Пловдив

Показатели		**Единица мярка**	**Стойност на показателя**	**Изисквания**
1	Патогенни чревни бактерии Salmonella sp.	Присъствие/ отсъствие в 20 g	Отсъствие	Не се допуска в 20 g
2	Колиформи	Титър в 1 g	в 0,001 g	-
3	Escherihia coli титър	Титър в 1 g	в 0,001 g	Над 1 g
4	Ентерококи	Титър в 1 g	в 0,001 g	-
5	Clostridium perfringens	Титър в 1 g	в 0,001 g	Над 1 g
6	Жизнеспособни яйца на хелминти и протозои	1 на1 kg / сухо в-во/	Не се откриват яйца на хелминти и протозои	Не се откриват

Резултати от изследванията на свежа утайка, получена от лентовите филтърпреси на ПСОВ в Пловдив, третирана с негасена вар

Резултатите от първото отчитане са представени на табл. 4. От данните се вижда, че при третиране с 20% фина негасена вар се унищожават представителите на

Clostridium perfringens и утайката отговаря на изискванията на Наредбата за използване на утайките по този показател. Същото се наблюдава и при третиране с 30% по-едра фракция негасена вар. При останалите варианти не са достигнати стойностите на ПДК. Дори и на втория ден се поддържа високо pH, което спомага за обеззаразяването. Именно алкалната реакция на средата е тази, при които жизнената дейност на колиформите, вкл. E. коли и патогенните чревни бактерии, се преустановява. Устояват тези микроби, които са трудно атакуеми, поради строежа на клетъчната си обвивка и състоянието, в което се намират (спорите на сулфитредуциращите клостридии) и тези, които добре растат при алкални стойности на pH (ентерококите). От значение е и съдържанието на влага в утайките която спомага за по-пълна реакция на CaO. На 22 ден /530 часа/ след залагане на експериментите втори път са анализирани вариантите с участие на 20% и 30% фина и по-едра фракции негасена вар. Резултатите установяват, че се наблюдава унищожаване на *Clostridium perfringens* само при варианта с утайка, третирана с 30% финна негасена вар.

Таблица 4. Микробиологични изследвания за съдържание на Clostridium perfringens в утайки от ПСОВ Пловдив, третирани с негасена вар след 2, 22, 31 и 51 дена от залагане на експеримента, изразени в титър на 1 g

Показатели	**pH** в H_2O	Стойност на показателя **след 2 дена**	Стойност на показателя **след 22 дена**	Стойност на показателя **след 31 дена**	Стойност на показателя **след 51 дена**	Наредба 112/2004
Утайка третирана с 15% фина негасена вар	11,9	-	-	-	в 0,01 g	Над 1 g
Утайка третирана с 20% фина негасена вар	12,1	в 0,01 g	в 1 g	В 1 g	Над 1 g	Над 1 g
Утайка третирана с 30% фина негасена вар	12,2	в 0,01 g	Над 1 g	Над g	Над 1 g	Над 1 g
Утайка третирана с 20% по-едра вар/ 0-5 мм	12,1	в 0,1 g	в 1 g	Над 1 g	Над 1 g	Над 1 g
Утайка третирана с 30% по-едра вар/ 0-5 мм	12,2	в 0,01 g	в 1 g	Над 1 g	Над 1 g	Над 1 g

Следователно, едрината на негасената вар също оказва различно въздействие върху развитието на микроорганизмите - по-едрата фракция по-трудно реагира и хомогенизира с утайката, поради което е необходимо използването на по-висока норма /30%/. Доброто хомогенизиране на сместа е от съществено значение. Третото отчитане е извършено 31 дена след третирането на утайките. Установи се, че е настъпило унищожаване на *Cl. perfringens* при всички изследвани варианти. Последното отчитане на изследваните варианти е извършено 51 дена след залагане на експеримента. Целта бе да се проследи дали са останали някои спори и отново да се е повишило съдържанието

на изследваната *Clostridium perfringens*. Анализиран е и варианта с 15% третирана утайка с негасена вар при който се установи, че третирането с 15% вар е недостатъчно за унищожаване на клостридиите /табл. 4/. В определените от нас варианти с 20% третирана фина негасена вар отново не се отчита наличие на *Clostridium perfringens*.

Химични и агрохимични изследвания на най-ефективните варианти утайки, третирани с негасена вар

Извършено е агрохимично и химично изследване на утайки третирани с 20% фина негасена вар за установяване настъпилите промени в съдържанието на основните хранителни елементи и тежки метали, необходимо за определяне качеството на утайките след третирането с вар и възможностите за оползотворяване в практиката /табл. 1/. От таблицата се вижда, че реакцията на средата се повишава в резултат на варуването. Наблюдава се значително увеличение на сухото вещество и съдържанието на калций и слабо намаление в стойностите на усвоимите хранителни елементи фосфор и калий, поради образуването на по-трудно разтворими съединения на елементите с калция. Общите и подвижни количества азот намаляват, поради настъпили азотни загуби през периода на престояване. Стойностите на тежки метали са под ПДК и не представляват ограничаващ фактор при използване на утайките в практиката.

Важна роля за обеззаразяване има алкалната реакция на третираните с вар субстрати. Разликите в pH при субстратите с различни крайни концентрации на негасена вар са много малки и следователно не трябва да се прилага по-висока концентрация от 20%.

Заключение

Изследваните пресни утайки от ПСОВ Пловдив представляват биомаса, богата на макро и микроелементи. Съдържанията на тежките метали и органични замърсители е под ПДК. Проведеното изследване установява, че най-перспективно е третирането с 20% фина негасена вар от сухото вещество на утайките. За 31 дена след смесването на утайките с фина негасена вар във всички тествани концентрации се унищожава *Clostridium Perfringens* и утайката става годна за реализиране в практиката. Химичната и агрохимична характеристика на изследвания най-ефективен вариант, третиран с 20% финна негасена вар установява, че въпреки намаляването на органичния въглерод и общия азот утайките могат да се използват в практиката като почвен подобрител.

Литература

Маринова, С., (2008). Утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води и правила за тяхното оползотворяване. Издателство „ПъблишСайСет-Еко”, 123 стр.

Маринова, С. (**2002).** Агроекологична оценка на утайките от ПСОВ и основни подходи при използването им в земеделието, хаб. труд за получаване на званието Професор.

Маринова, С. (**2001).** Съдържание на органични замърсители в утайки от ПСОВ. Почвознание, агрохимия и екология, 1-3, 74-75.

Марков, Е., С. Маринова, Л. Чипилска. (1999). Агрохимична и екологична оценка на утайки и компост от Пречиствателни станции за отпадни води. Почвознание, агрохимия и екология, 4-5, 38-40.

Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието, приета с ПМС № 339 от 2004 г. (обн., ДВ, бр. 29 от 08.04.2011 г., изм. ДВ, бр.29 от 08.04.2011 г.

Langenkamp, H., P. Part. (2001). Organic Contaminants in Sewage Sludge for Agricultural Use. European Commission Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Soil and Waste Unit. Brussels, Belgium, 1-73,

Marinova, S. and Chuldyan, H., (1999). Estimation the Effect of the Sludge from Waste Water Treatment Station over the leached Smolniza and degraded Chernozem. EXTENDED ABSTRACTS, Soil with Mediterranean Type of Climate, 6th International Meeting, Barcelona, 4-9 July, 1999; 286 – 288.

McGrath S. P., A. M. Chaudr and K E. Giller, (1995). Long-term effects of metals in sewage sludge on soils, microorganisms and plants. Journal of Industrial Microbiology, 14, 94-104.

Благодарности. *Колективът изказва благодарност за финансовата подкрепа на договор N ДФНИ-Е01/3 2012г от фонд Научни изследвания към МОН.*

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ НА МИНЕРАЛНОТО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ДОБИВА ОТ ЗЪРНО ПРИ ИЗРАВНИТЕЛНИ ПОСЕВИ ОТ РЪЖ И ПШЕНИЦА, ОТГЛЕЖДАНИ НА АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА

Цецка Симеонова, Илко Димитров, Петра Александрова,
Димитранка Стойчева, Люба Ненова
ИПАЗР "Н.Пушкаров", София
E-mail: cecka_simeonova@abv.bg

AFTER EFFECT OF MINERAL FERTILIZATION ON THE YIELD OF GRAIN IN COUNTERVAILING CROPS OF RYE AND WHEAT GROWN ON FLUVISOLS

Tsetska Simeonova, Ilko Dimitrov, Petra Alexandrova,
Dimitranka Stoicheva, Luyba Nenova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The after-effect of mineral fertilization after growing of maize and carrots in a long-term field experiment was studied. Countervailing crops were grown during the period between 2011 – 2012, with indicator cultures - rye (following maize) and wheat (following carrots). The field experiment were carried out on Alluvial meadow soil (Eutric Fluvisol, WRBSR, FAO, 1998) at the experiment station of Tsalapitsa, Plovdiv.

The results showed that the fertilization of the previous cultures (maize and carrots) influences the amount of yield and the biomass formed from rye and wheat. Statistically proven differences in yield of the rye crop were found between the fertilized variants ($N_{25}P_{20}K_0$ and $N_{20}P_{15}K_0$). Such differences are not statistically proven in the yield of the wheat crop.The established relationships were also observed in the uptake of nutrients by the biomass.

Key words: wheat, rye, biomass, yield, uptake of nutrients

Увод

Получаването на оптимални и устойчиви добиви от земеделските култури е основна цел на съвременното земеделие. Проблемът за повишаване на добивите от земеделските култури е неразривно свързан със запазване на екологичното равновесие на агроекосистемите. За получаването на високи и стабилни добиви от земеделските култури при запазване на екологичното равновесие в агроекосистемите е необходимо прилагането на агроекологичния подход при тяхното отглеждане. За реализирането на този подход е необходимо да се направи оценка на екологичното равновесие в агроекосистемите чрез изучаване баланса на хранителните елементи в системата „почва-растение-атмосфера" (Димитров, 2012). Разбирането на процесите на равновесието в агроекосистемата ще доведат до идентифициране на практическите възможности, които отговарят на различните системи на отглеждане, което дава възможност на различните земеделски производители да поддържат и опазват почвеното плодородие (Bierman and Rosen, 2005).

Продуктивността на отглежданите земеделски култури и износът на биоелементи с абсолютно сухата биомаса и добива са важен фактор за въздействие

върху почвата. Установяването на баланса на хранителните елементи в системата „почва-растение-атмосфера" е от решаващо значение за съхранение на почвеното плодородие. Времето за достигане на устойчиво равновесие в агроекосистемата е различно и зависи от предизвиканите промени, годишното количество на изнесения с продукцията азот, както и скоростта на протичане на азотните трансформации в почвата (Стойчева и др., 2011). Износът с биомасата и продукцията е съществено перо в баланса на хранителните елементи в агроекосистемата(Dogan and Bilgili, 2010; Gangaiah et al., 2014; Sieling et al., 2006).

Необходима предпоставка за получаване на високи и стабилни добиви е оптимизацията на условията на отглеждане. Тази оптимизация дава възможност за по-бърза адаптация на растенията към непрекъснато изменящите се условия на околната среда (Димитров и др., 2006; Димитров, Стоянов, 2007; Димитров, Александрова, 2008; Стойчева и съав., 2002; 2003).

Целта на настоящото изследване е да се направи оценка на последействието на минералното торене, при изравнителни посеви с ръж и пшеница, върху добива, получената биомаса и износа на хранителни елементи.

Материал и методи

При залагане на опитите през есента на 2011 година върху алувиално-ливадна почва (с. Цалапица, Пловдивско) не са внасяни минерални торове. Върху площа на многогодишния балансов опит с царевица(извежда се от 1972 г.) е заложен изравнителен опит с ръж, а върху площта на многогодишния зеленчуков опит (извежда се от 1995 г.) е засята пшеница. Схемата на балансовия опит с царевица включва неторен вариант B_1 и четири варианта на торене с NP: B_3 – 100% (оптимална норма на торене); B_2 – 125 %, B_4 – 75 % и B_5 – 50 % от оптималната норма. За целта на настоящото изследване са използвани само вариантите с различни норми на торене. Калиево торене не се прилага от началото на опита. При зеленчуковия опит на фон P_8K_8 се изпитват три норми на азотно торене (N_8, N_{16} и N_{24}). С цел установяване на последействието на норми на торене върху добива от зърно на пшеницата и ръжта е направен дисперсионен анализ (Statgraphics Centurion XV). Отчетена е биомасата и е определено съдържанието на макроелементи в зърното и сламата – чрез мокро изгаряне при азота и пепелен анализ при фосфора, калия, натрия, калция и магнезия (Петербургский, 1971) и е определен износът на химичните елементи с биомасата.

Резултати и обсъждане

Получените данни (табл. 1) показват, че добивите от ръжта (отглеждана след царевица и от пшеницата (отглеждана след моркови) са близки до средните добиви за страната за последните пет години (177 $kg.da^{-1}$ за ръж и 331 $kg.da^{-1}$ за пшеница), което е в резултат на благоприятните топлинни условия и на използването на запасеността на почвата от прилаганото азотно-фосфорно торене при отглеждане на предшествениците (царевица и моркови). Направеният дисперсионен анализ на данните за добивите (табл. 1) показва статистически доказани разлики само при ръжта между вариантите $N_{25}P_{20}K_0$, $N_{15}P_{10}K_0$ и $N_{10}P_5K_0$. Констатираните различия се наблюдават и при износа на хранителни елементи с биомасата.

Таблица 1. Добиви от полските опити (kg.da^{-1})

Варианти	Изравнителни посеви, 2012 г.		
	ръж	**вариант**	**пшеница**
B_2 - $N_{25}P_{20}K_0$	207	$T_1 – N_8 P_8 K_8$	399
B_3 - $N_{20}P_{15}K_0$	162	$T2 – N_{16} P_8 K_8$	402
B_4 - $N_{15}P_{10}K_0$	136	$T_3 – N_{24} P_8 K_8$	417
B_5 - $N_{10}P_5K_0$	129		
Средно	158		406
LSD ≤ 0,05	*62,7*		*187,3*
LSD ≤ 0,01	*89,1*		*272,1*

Данните от табл. 2 показват, че при ръжта общата биомаса варира от 361 до 490 kg.da^{-1} и с нея се изнася от 4,5 до 8,1 kg.da^{-1} азот. Компенсиране на внесените с торовете и изнесените с биомасата количества азот се наблюдава при вариантите $N_{25}P_{20}K_0$ и $N_{15}P_{10}K_0$. Износът на калий с ръжта варира от 4,1 до 6,2 kg.da^{-1} в зависимост от варианта на торене на предшественика (царевица). Количеството на изнесения калций с общата биомаса на ръжта варира между 0,555 – 0,963 kg.da^{-1}, а на фосфора от 1,098 до 1,584 kg.da^{-1}.

Таблица 2. Абсолютно суха биомаса и износ на основните макроелементи (kg.da^{-1}) с ръж

Норми на торене	Варианти	Вегетативни органи	Абс. с. б. kg.da^{-1}	Износ на макроелементи, kg.da^{-1}					
				N	**K**	**Na**	**Mg**	**Ca**	**P**
$N_{25}P_{20}K_0$	B_2	класове	355,6	7,241	2,316	0,019	0,451	0,428	1,387
		стъбла	134,1	0,899	3,910	0,058	0,111	0,535	0,197
		общо	489,7	8,140	6,226	0,077	0,562	0,963	1,584
$N_{20}P_{15}K_0$	B_3	класове	319,5	6,249	1,980	0,017	0,396	0,351	1,340
		стъбла	142,6	0,650	3,526	0,012	0,115	0,497	0,181
		общо	462,1	6,899	5,506	0,029	0,546	0,848	1,521
$N_{15}P_{10}K_0$	B_4	класове	306,2	5,268	1,918	0,016	0,349	0,319	1,263
		стъбла	165,2	0,586	4,267	0,012	0,081	0,422	0,272
		общо	471,4	5,854	6,185	0,028	0,430	0,741	1,535
$N_{10}P_5K_0$	B_5	класове	240,8	4,049	1,436	0,014	0,281	0,257	0,945
		стъбла	120,0	0,419	2,698	0,010	0,053	0,298	0,153
		общо	360,8	4,468	4,134	0,024	0,334	0,555	1,098

При износа на елементи с единица продукция (100 kg.da^{-1}) ясно очертани са вариантните различия по отношение на износа на азот (табл. 3). Най-висок износ се наблюдава при варианти с 125% торене спрямо оптималния вариант. По отношение на останалите елементи вариантните различия са по-слабо изразен.

Общата биомаса при пшеницата (табл. 4) варира от 1032 до 1090 kg.da^{-1}, и с нея се изнася от 13,61 до 13,38 kg.da^{-1} азот, като износът на азот е по-висок при зърното, отколкото при сламата, докато при калия се наблюдава по-висок износ със сламата, отколкото със зърното (табл. 4). Износът на калий с пшеницата е много близък до този на азота и варира в границите от 11,41 до 13,77 kg.da^{-1} в зависимост от торенето на предшественика (моркови), а износът на фосфора достига най-много до 2,94 kg.da^{-1},

при торения вариант – T_2. При пшеницата износът на калций се движи от 1,3 до 1,47 kg.da^{-1}, а при магнезият – 1,02 - 1,15 kg.da^{-1}.

Най-висок износ на азот с единица продукция (табл. 5) от пшеница (отглеждана след моркови), се наблюдава при варианта $N_{16}P_8K_8$.

Таблица 3. Износ на основните макроелементи с единица продукция (100 kg.da^{-1}) зърно от ръж

Норми на торене	Варианти	Добив, kg.da^{-1}	Износ на макроелементи, kg.da^{-1}					
			N	**K**	**Na**	**Mg**	**Ca**	**P**
$N_{25}P_{20}K_0$	B2	207	2,04	0,65	0,005	0,13	0,12	0,39
$N_{20}P_{15}K_0$	B3	162	1,95	0,62	0,005	0,12	0,11	0,42
$N_{15}P_{10}K_0$	B4	136	1,69	0,63	0,005	0,11	0,10	0,40
$N_{10}P_5K_0$	B5	129	1,67	0,60	0,006	0,12	0,11	0,39

Общата биомаса при пшеницата (табл. 4) варира от 1032 до 1090 kg.da^{-1}, и с нея се изнася от 13,61 до 13,38 kg.da^{-1} азот, като износът на азот е по-висок при зърното, отколкото при сламата, докато при калия се наблюдава по-висок износ със сламата, отколкото със зърното (табл. 4). Износът на калий с пшеницата е много близък до този на азота и варира в границите от 11,41 до 13,77 kg.da^{-1} в зависимост от торенето на предшественика (моркови), а износът на фосфора достига най-много до 2,94 kg.da^{-1}, при торения вариант – T_2. При пшеницата износът на калций се движи от 1,3 до 1,47 kg.da^{-1}, а при магнезият – 1,02 - 1,15 kg.da^{-1}.

Най-висок износ на азот с единица продукция (табл. 5) от пшеница (отглеждана след моркови), се наблюдава при варианта $N_{16}P_8K_8$.

Таблица 4. Абсолютно суха биомаса и износ на основните макроелементи (kg.da^{-1}) с пшеница

Варианти	Вегет. органи	Абс. с. б. kg.da^{-1}	Износ на макроелементи kg.da^{-1}					
			N	**K**	**Na**	**Mg**	**Ca**	**P**
$N_8P_8K_8$ (T_1)	зърно	589	11,91	2,99	0,03	0,81	0,30	2,23
	слама	501	1,47	10,54	0,05	0,34	1,10	0,64
	общо	1090	13,38	13,53	0,08	1,15	1,40	2,88
$N_{16}P_8K_8$ (T_2)	зърно	619	12,42	3,19	0,03	0,81	0,30	2,38
	слама	429	1,39	8,23	0,04	0,30	0,99	0,56
	общо	1048	13,81	11,41	0,07	1,11	1,30	2,94
$N_{24}P_8K_8$ (T_3)	зърно	567	12,06	3,04	0,02	0,74	0,31	2,17
	слама	466	1,54	10,73	0,06	0,29	1,16	0,61
	общо	1032	13,61	13,77	0,09	1,02	1,47	2,78

Таблица 5. Износ на основните макроелементи с единица продукция (100 kg.da^{-1}) зърно от пшеница

Варианти	Добив, kg.da^{-1}	**N**	**K**	**Na**	**Mg**	**Ca**	**P**
T_1	399	2,99	0,75	0,008	0,20	0,08	0,56
T_2	402	3,09	0,79	0,007	0,20	0,08	0,59
T_3	417	2,89	0,73	0,006	0,18	0,07	0,52

Заключение

Получените резултати показват ясно влиянието на минералното торене на предшественика върху добивите от ръжта и пшеницата, отглеждани като последействие. При ръжта, различията между вариантите с торене, по отношение на добивите се очертават много по-добре (129 – 207 $kg.da^{-1}$), докато при пшеницата добивите от торените варианти са много близки (399 – 417 $kg.da^{-1}$). Полученият добив от ръжта и пшеницата е най-висок при максималната норма на торене на царевицата – $N_{25}P_{20}K_0$ и съответно на морковите – $N_{24}P_8K_8$.

Тази зависимост се запазва и при износа на хранителни елементи с биомасата. Износът на азот с биомасата на ръжта от торените варианти се движи в границите от 4,5 до 8,1 $kg.da^{-1}$, докато при пшеницата варира от 13,3 до 13,8 $kg.da^{-1}$. Износът на калий от торените варианти при ръжта се движи в границите 4,1-6,3 $kg.da^{-1}$, а при пшеницата – 11,4 -13,8 3 $kg.da^{-1}$. При останалите макроелементи износът е незначителен и варира в тесни граници.

Литература

Димитров, И., Тончева, Р., Стоянов, П. 2006. Влияние на минералното хранене върху продуктивността на царевицата в зависимост от агроекологичните условия. *Селскостопанска наука*, XXXIX, № 3, 47-52

Димитров, И., Стоянов, П. 2007. Влияние на агроекологичните условия върху формирането на максимална листна площ при царевицата за зърно. –В: Научни доклади на международна конференция „60 години Институт по почвознание „Н.Пушкаров” - „Почвознанието – основа за устойчиво земеделие и опазването на околната среда”, 13 – 17 май, София, част II, 320-323

Димитров, И., Александрова, П. 2008. Динамика на формиране на листно-площния индекс и погълнатата фотосинтетична радиация на посев от царевица, взависимост от нивото на минерално торене. –В: Сб. Седми международен симпозим „Екология и устойчиво развитие” 23 - 25. 10. 2008, 210 – 213, Враца.

Димитров, И. 2012. Същност и актуалност на агроекологичния подход при производството на царевица. *Почвознание агрохимия и екология*, XLVI, № 1, 3-10 **Петербургский, А.** 1967. Практикум агрономической химии. *Колос*, Москва, с. 471.

Стойчева, Д., П. Александрова, В. Колева, Ц. Симеонова, Ив. Митова, Е. Атанасова. 2011. Баланс на азота при отглеждане на различни зеленчукови култури на алувиално-ливадна почва в Южна България. –В: Сб. научни доклади от международна конференция „100 години почвена наука в България”, Втора част, 654-658

Стойчева, Д., П. Александрова, Д. Донов, Д. Стойчев, Г. Ангелов и Л. Райкова. 2003. Екологична оценка на азотното минерално торене при уплътнено зеленчуково сеитбообращение. *Почвознание агрохимия и екология*, 38(1), 3 -38

Стоянов, П. 2007. Агроекологичен потенциал на царевицата, отглеждана върху типични за нейното производство почви в условията на България. Хабилитационен труд. София, 246 стр.

Bierman, P. M. and C. J. Rosen. 2005. Nutrient Cycling & Maintaining Soil Fertility in Fruit and Vegetable Crop Systems, bulletin M1193.

Dogan, R. and U. Bilgili. 2010. Effects of previous crop and N-fertilization on seed yield of winter wheat (Triticum aestivum L.) under rein-fed mediterranean conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science,* 16, No 6, 733-73

Gangaiah, B., H. Sing, B. G. Shivakumar and A. Dass. 2014. Direct and residual effects of nitrogen and phosphorus fertilization of Dhaincha (*Sesbania aculeata*) seed crop on succeeding wheat (*Triticum aestivum*) at two levels of N fertilization. Journal of Agri-Food and Applied Sciences Available online at jaas.blue-ap.org ©2014 JAAS Journal. Vol. 2(2),31-38.

Sieling, K. T., Brase, V., Svib, E. 2006. Residual effects of different N fertilizer treatments on growth,N uptake and yield of oilseed rape, wheat and barley. J. Agronomy, 25 40-48

Stoicheva, D., P. Alexandrova, D. Donov, D. Stoichev, G. Angelov, L. Raikova. 2002. Ecological assessment of different nitrogen fertilizer rates in a vegetable crop rotation. *Bulg. J. of Agric. Sci.*, 8(3-4), 141-150

КАЧЕСТВО НА ПОВЪРХНОСТНИ И ПОДЗЕМНИ ВОДИ ПРИ РАЗЛИЧНО ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ В ЗОНИ С ЕКОЛОГИЧНИ ОГРАНИЧЕНИЯ

Цецка Симеонова, Люба Ненова, Мая Бенкова, Димитранка Стойчева, Илко Димитров, Петра Александрова
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail cecka_simeonova@abv.bg

QUALITY OF SURFACE AND GROUND WATER UNDER DIFFERENT LAND USE IN AREAS WITH ENVIRONMENTAL RESTRICTIONS

Tsetska Simeonova, Luyba Nenova, Maya Benkova, Dimitranka Stoicheva, Ilko Dimitrov, Petra Alexandrova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The losses of nitrogen and nutrients in the soil-plant-groundwater systems were causing a substantial reduction in soil fertility and crop yields, moreover they have an negative effect on surface and shallow groundwater. Nevertheless that the nitrates are contained in the water sources, it is considered that increased their concentrations are related with anthropogenic loads on the system as a whole. Much of the groundwater are used for drinking, so that their quality is especially important for human health.

Environmental monitoring has been conducted over the period 2012 – 2014 in the watershed of Tsalapitsa village near Plovdiv on alluvial meadow soil (Fluvisols). Have been studied the waters from wells located in different land-use management – permanent crops, vineyards, rice fields, pastures, arable land and the waters of mixed urban areas in populated place which are vulnerable to a contamination of groundwater by nitrates from agricultural activity.

The obtained data from the performed monitoring show that is significantly higher loading of the territories in urban area where the risk of contamination of groundwater is greater in compared with the impact of diffuse sources on the water quality. It was found that 77% of survey wells in 2014 nitrates contain under the MPC (50 $mg.l^{-1}$) for drinking water.

Key words: anthropogenic load, surface and groundwater, environmental monitoring vulnerable areas.

Увод

Земеделието е един от главните източници на замърсяване на повърхностните и подземни води с биогенни елементи. Според СЗО и Уницеф (World Health Organization, UN-Water, 2014) едно от най-големите екологични предизвикателства пред човечеството е качеството на водата, която е пряко свързана със състоянието на околната среда и с разрешаването на редица здравни и социални проблеми. Според посочените доклади, около 800 милиона души продължават да нямат достъп до безопасна питейна вода, което е около 11% от населението на Земята. Поради факта, че голям процент от подземните води се използват за питейно-битови нужди (в световен мащаб до 75 – 80%) на първо място трябва да се обърне внимание на превантивните мерки срещу тяхното замърсяване. Известно е, че пречистването и възстановяването на

подземните води изисква много усилия и разходи, свързани с тяхната недостъпност и специфичност.

Опазването на качеството на водите е един от основните принципи на европейската политика за околната среда. Нитратната Директива (91/676/EUO) е един от първите законодателни актове на ЕС, който цели контролиране на замърсяването и подобряване качеството на водите от земеделска дейност. Намаляването на съдържанието на нитрати се разглежда в Рамковата директива за водите(2000/60/ЕС), и Директивата за подземните води (2006/118/EUO), които изискват да се установи единен трансграничен подход към защитата на водите, организиран около районите на речните басейни, с цел постигането на добро състояние на европейските водни обекти до 2015 година. Следователно предприемането на координирани мерки за мониторинг на подземните води в съчетание с мерки за адаптиране към изменението на климата и смекчаване на последиците от него ще допринесат за осигуряването на безопасна питейна вода.

Целта на проучването е да се оцени влиянието на различни типове земеползване и земеделски практики върху качеството на подземните води на ниво водосбор и урбанизирани територии в уязвими зони.

Материал и методи

Изследването е проведено в района на село Цалапица, Пловдивско. В мониторинга са включении 33 водоизточника, които са под въздействието на различни начини на антропогенно натоварване: трайни насаждения, лозови масиви, оризови полета, пасища, обработваеми земи (ниви) и други дифузни (площни) източници. Обследвани са и водите под смесени урбанизирани територии в рамките на населеното място, означени като локални (точкови) източници на замърсяване. Това по същество са селски дворове, където интензивно се отглеждат зеленчукови култури, както и такива в които се отглеждат животни. За контрола на качеството на водите са използвани проби от централното водоснабдяване. Изследваните води основно са от първия водоносен хоризонт (нивото им варира между 2 – 8 m), които дават информация за плитките подземни води, използвани предимно за комунално-битови нужди. В изследването са включени и два източника на повърхностни води – река Марица и р. Потока.

Мониторингът на водите се извършва два пъти годишно, както е заложено в методиката на изследване, отчитайки изискванията съгласно Наредба № 2 (ДВ, бр. 27 от 11.03.2008). В настоящата разработка са представени данни от пролетно-лятното пробовземане за периода 2012 – 2014 година.

Обектът на проучването е разположен върху Алувиално-ливадна почва в уязвима зона по отношение риска от замърсяване с нитрати на повърхностните и подземните води от земеделски източници. Почвата се характеризира с лек механичен състав и ниско съдържание на физична глина, слабо кисела реакция (pH в H_2O е 6,0 – 6,5), с ниско съдържание на общ азот (0,111%) и хумус 1,23% за слоя 0 – 30 cm и плитко заложени подземни води.

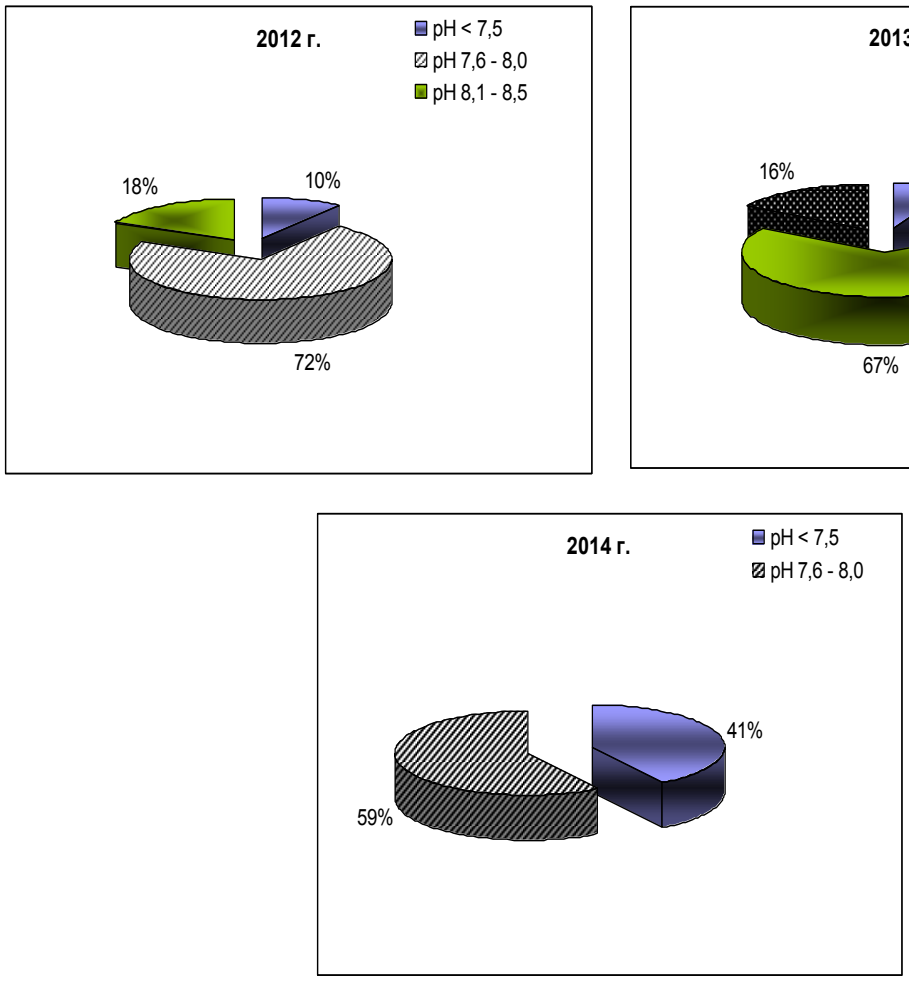
На пробите от водите е направен пълен химичен анализ, но в този материал са представени данни само за стойностите на pH, отчетени потенциометрично

(Аринушкина, 1970) и съдържанието на нитрати, определени на фотометър - Spectroquant Pharo 100.

Резултати и обсъждане

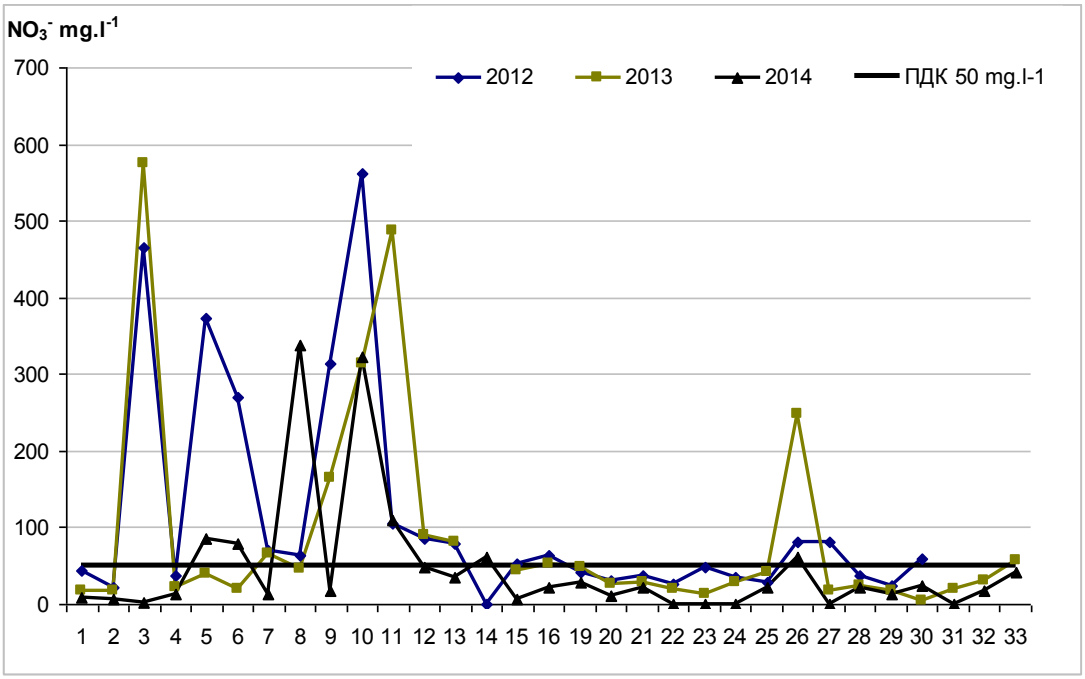
Получените данни показват, че стойностите на pH за целия тригодишен период на изследване варират в границите от 7,05 до 8,55, което е характерно за подземните води от този регион на страната. Ясно изразена зависимост между различните типове на земеползване (или изпитвани земеделски практики) и стойностите на pH не е констатирана.

На фиг. 1 е представено процентното разпределение на стойностите на pH по години в обследваните кладенци за периода 2012 – 2014 година. Подробният анализ на получените данни показва, че през 2012 г. 72% от изследваните кладенци се характеризират със стойности на pH между 7,6 и 8,0. През 2013 г. в 67% от водоизточниците стойностите на pH варират между 8,1 и 8,5, докато през 2014 г. около 41% от анализираните водни проби са със стойности на pH под 7,5, т. е. най-ниски за целия период на изследване.



Фиг. 1. Процентно разпределение на pH в подземните води от района на с. Цалапица за периода 2012 – 2014 г.

Анализът на данните за съдържанието на химични елементи във водите се явява важна предпоставка за проследяване на сложните взаимодействия между тях, както при естествени условия, така и при антропогенни натоварвания (Sadashivaiah et al., 2008; Стойчева и съав., 2008; Симеонова и съав., 2009). Според редица изследователи (Cameron et al., 2013; Hatfield et al., 2008; Lockhart et al., 2013; Oenema et al., 2005) интензификацията на земеделието е един от основните източници на замърсяването на повърхностните и подземни води с азот и фосфор. За да се разберат механизмите и процесите на това замърсяване е необходимо да се познават добре хидрологията и геологията на района, типа на почвите, да се следи количеството на прилаганите торове и други. Наши предишни изследвания (Stoicheva et al., 2013) показват, че предшестващите практики на управление на земите могат да оказват продължително въздействие върху дадена територия. В изследвания на Burow et al. (2008) авторите съобщават за влиянието на земеделските дейности, прилагани преди повече от 40-50 години, които и до днес рефлектират върху натоварването на водосборите. Други автори (Mkandawire, 2008; Lockhart et al., 2013) отбелязват, че 25 – 45% от наблюдаваните домашни кладенци в райони с интензивно земеделие са засегнати от замърсяване с нитрати превишаващи стандартите за питейни води.

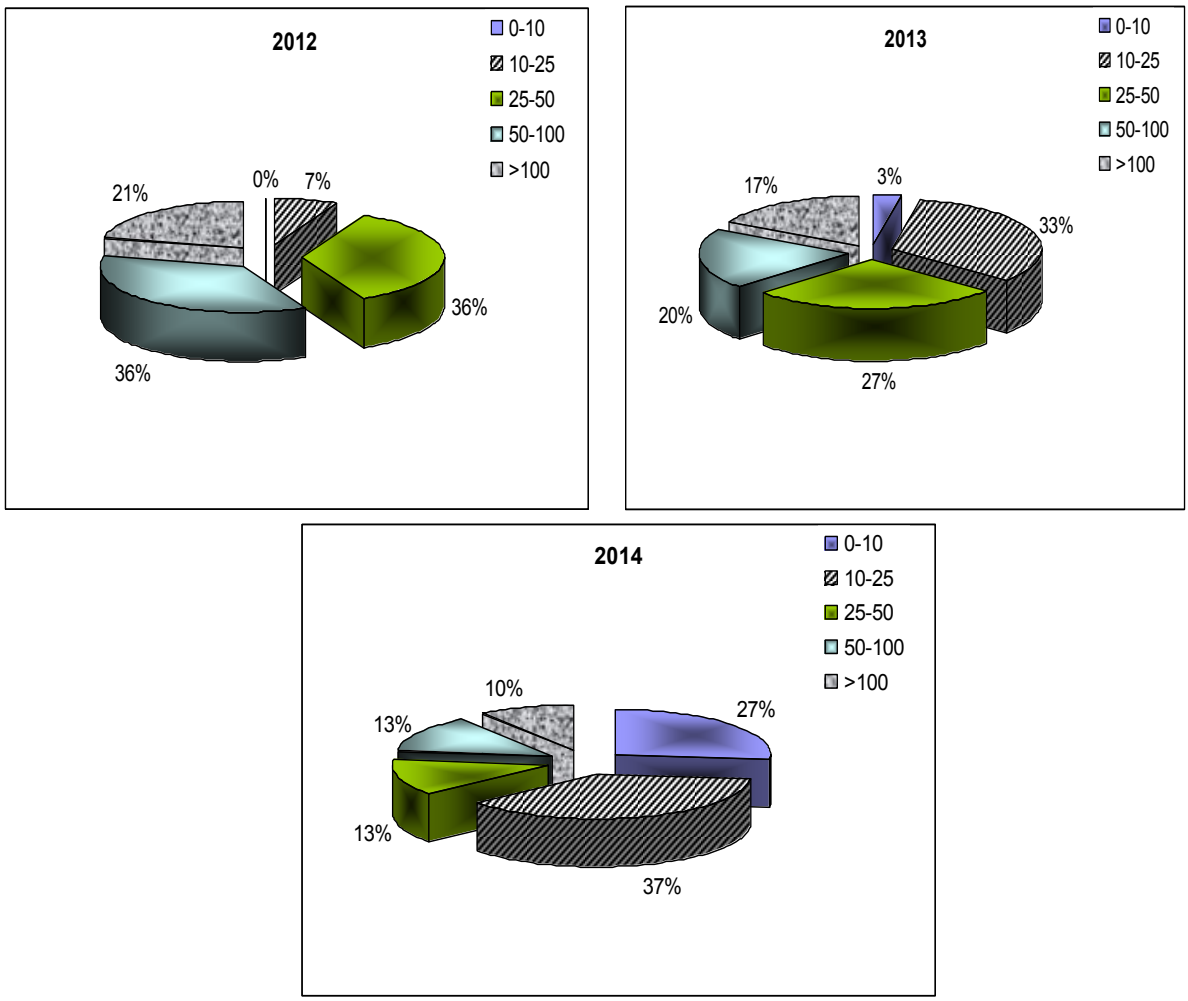


Фиг. 2. Динамика на NO_3^- в $mg.l^{-1}$ в подземните води от района на с. Цалапица за периода 2012 – 2014 г.

На фигура 2 е представена динамиката на нитратите в подземните води на обследвания водосбор, определена през пролетно-летниия период на 2012 – 2014 година. Данните за нитрати варират в много широки граници – от нулеви до стойности, надхвърлящи 550 $mg.l^{-1}$, което е пъти над допустимия стандарт за питейни води (ПДК = 50 $mg.l^{-1}$). В кладенците, които се намират в по-периферните точки на изучавания водосбор, като оризовите системи, лозовите и овощните масиви (с № от 22 до 33), както

и в повърхностните води – р. Марица (№ 1) и р. Потока (№ 2) се установяват значително по-ниски нива на нитрати за целият изучаван период (фиг. 2). В частните стопанства и дворове, при които е характерно интензивно зеленчукопроизводство, открито съхраняване на торове и прилагане на голямо количество азотни торове на малка площ се наблюдават високи стойности на нитратите в подземните води. Най-висока концентрация на нитрати за пролетно-летните месеци на изследвания период се откриват в следните кладенците: №3 – 575,9 mg.l^{-1} през 2013 г.; №10 – 562,6 mg.l^{-1} през 2012 г.; №3 и 11 – 487,3 mg.l^{-1} през 2013 г.

Обобщените данни за съдържанието на нитрати в подземните води през изучавания период, представени на фиг. 3, показват, че през 2012 г. водоизточниците със съдържание на нитрати до 10 mg.l^{-1} са 0%, от 10 до 25 mg.l^{-1} са само 7%, а от 25 до 50 mg.l^{-1} съставляват 36%. През 2013 г. се наблюдава значително увеличение на кладенците със съдържание на нитрати под 50 mg.l^{-1} (63%) и значително намаляване на силно замърсените кладенци със съдържание над 100 mg.l^{-1} (17%), които през 2014 г. са едва 10%.



Фиг. 3. Процентно разпределение на съдържанието на нитрати в подземните води от района на с. Цалапица за периода 2012 – 2014 г.

Заключение

Проведените тригодишните изследвания в район с екологични ограничения показват, че изпитваните начини на земеползване и прилаганите земеделски практики въздействат в различна степен върху обогатяването на подземните води с нитрати.

Установено е, че от обследваните водоизточници през 2012 година 43% са със съдържание на нитрати под пределно допустимите концентрации (ПДК = 50 $mg.l^{-1}$) за питейни води, а останалите 57% надхвърлят този международен стандарт. През следващите две години е констатирано значително подобряване на качеството на водите, като през 2013 г. – 67%, а през 2014 г. – 77% са със съдържание на нитрати под 50 $mg.l^{-1}$. Наблюдава се двойно намаляване на кладенците с повишено съдържание на нитрати над 100 $mg.l^{-1}$ – от 21% през 2012 г. до 10% през 2014 година.

Следователно прилагането на добри земеделски практики ограничава замърсяването на плитките подземни води, което е от особено голямо значение за уязвимите зони.

Литература

Аринушкина, Е. В. 1970. Руководство по химическому анализу почв. *МГУ*, Москва.

Директива на съвета (91/676/ЕИО) за опазване на водите от замърсяване с нитрати от селскостопански източници.

Директива 2000/60/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 23.10.2000 г., установяваща рамката за действията на Общността в областта на политиката за водите.

Директива 2006/118/ЕО на Европейския парламент и на Съвета за опазване на подземните води от замърсяване и влошаване на състоянието им.

Наредба № 2 от 13 септември 2007 г. за опазване на водите от замърсяване с нитрати от земеделските източници, Д В, бр.27 от 11.03.2008.

Симеонова, Ц., **Д. Стойчева, В. Колева, П. Александрова.** 2009. Динамика на химичния състав на подземните води при антропогенно натоварване. *Почвознание агрохимия и екология*, год. XLIII, № 3, с. 37-43

Стойчева, Д., М. Керчева, В. Колева, П. Алескандрова, Ц. Симеонова. 2008. Добри земеделски практики за предпазване на подземните води от замърсяване с нитрати в резултат на земеделска дейност. Брошура. София, стр. 32

Burow, K. R., J. L. Skelton and N. M. Dubrovsky. 2008. Regional nitrate and pesticide trends in the Eastern San Joaquin valley, California. *Journal of Environment Quality*, v. 35, 5, 249-263

Cameron, K. C., H. J. Di and J. L. Moir. 2008. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Annals of Applied Biology*, 162: 145-173

Lockhart, K., A. K. King, T. Harter. 2013. Identifying sources of groundwater nitrate contamination in a large alluvial groundwater basin with highly diversified intensive agricultural production. *Journal of Contaminant Hydrology*, 151: 140-154

Mkandawire, T. 2008.Quality of groundwater from shallow wells of selected villages in Blantyre District, Malawi. *Physics and Chemistry of the Earth*, 33: 807-811

Oenema O, L. van Liere, O. Schoumans. 2005. Effects of lowering nitrogen and phosphorus surpluses in agriculture on the quality of groundwater and surface water in Netherlands. *Journal of Hydrology*, v. 304, 1-4, p. 289-301

Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, D. R. (Eds.). 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd edition , ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA, p. 1159

Sadashivaiah, C., **C. R. Ramakrishnaiah and G. Ranganna.** 2008. Hydrochemical Analysis and Evaluation of Groundwater Quality in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 5(3), p. 158-164

Stoicheva, D., Ts. Simeonova, M. Kercheva, M. Benkova, L. Nenova, Sv. Marinova, V. Petrova. 2013. Nitrates in water monitoring under different anthropogenic loading at pilot site in Northern Bulgaria. *Journal of Balkan Ecology*, v. 16, No. 3, p. 313-319

UN-Water global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2014 – report. Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities Authors: World Health Organization, UN-Water, p. 86

IMPACT OF LAND COVER ON WATER EROSION IN THE KALAYA BASIN (NORTHERN MOROCCO)

Hamza Briak[1], Rachid Moussadek[2], Abdelkrim Derradji[3], Khadija Aboumaria[1], Rachid Mrabet[2]

[1]Laboratory of Geosciences and Environment, Faculty of Sciences and Techniques (FST), BP-416 Tangier, Morocco

[2]Department of Environment and Conservation of Natural Resources, Regional Centre for Agricultural Research (INRA), BP-6356, Rabat, Morocco

[3]National Company highways of Morocco (ADM), Av. Mâa El Aynaine Hay Riad, Rabat, Morocco

E-mail: hamza.briak@gmail.com

Abstract

This study focuses on the solid and liquid flow under different types of plantations in the catchment area of Kalaya located in the Tangiers region in north of Morocco. In this context, to test the impact of land use on water erosion, we planned a measurement campaigns on the ground by rainfall simulation. Our choice covered four experimental plots: a bare soil plot (control), a plot with annual crop Sulla (*Hedysarum coronarium* L.), a plot with natural vegetation, and a parcel planted by the shrub *Atriplex.nummularia*. The results obtained show very high rate of bare soil erosion to Reach 12.5 kg/m^2/h. On the other hand, the erosion rate calculated by the cultivation Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) which has a rate of 0.86 g/m^2/h. This demonstrates the role of the land cover in reducing the risk of erosion.

Thus, we have concluded that the best facility for the basin is Sulla Thus (*Hedysarum coronarium* L.).

Key words: Water erosion, rainfall simulation, vegetation cover, catchment, Morocco

Introduction

The phenomenon of water erosion has always attracted the interest of various researchers and experts in the field of soil science. This natural hazard is defined as a process of detachment and transport of soil particles from their original location by the action of rain. This ecological scourge is caused mainly by the effects of the aggressiveness of rain, surface runoff supported by fragile soils and reduced vegetation cover which leads to land degradation and threatens road infrastructure (Roose, 1994). It is generally accepted that vegetation is an effective fight against erosion; therefore it seems interesting to take stock of knowledge about the role of vegetation in protecting the surface from water erosion in various climate conditions and different spatial scales (Rey et al., 2004).

This work contributes to this research effort by studying liquid and solid flow under different types of plantations used in the Kalaya basin in north of Morocco.

Material and Methods

The ground measurement campaigns by rain simulation technique are programmed for a range of areas at high risk of erosion and a most vulnerable environment. In order to test the

impact of land used on water erosion, our choice has focused on four plots: a plot of bare soil (control), a plot with annual crop Sulla (*Hedysarum coronarium* L.), a plot with natural vegetation and a plot planted by shrub *Atriplex. nummularia*. It should be noted that we put these plots in the same conditions (same rain intensity of 60 mm/h, same slope of 33%, and same type of soil), we simulated a downpour for 25 minutes while operating in-situ measurements of liquid flow time interval and defined quantities. In addition, we collected samples of runoff to quantify the sediment load.



Fig. 1. Experimental plot

Results and Discussion

Runoff and sediment concentration

Our results (Table 1) confirm that during the simulation test on bare soil, the cumulative runoff was very high and reached a rate of about 51.6 mm/h, and a concentration of 583.49 g/l. This explains that the rainfall simulation produced a strong runoff and higher sediment concentration in bare soil. Concerning the plot planted with *Atriplex nummularia*, it appears that despite the rate of runoff is minimal (26.52 mm/h), the rate of concentration was high. *A.*

nummularia did not develop sufficiently to provide appreciable soil protection. On the other hand, the rate of concentration for the parcel natural vegetation was low against a very high runoff (40.6 mm/h) and close to the achieved control plot.

By cons, we get reliable results for the soil covering the Sulla (*Hedysarum coronarium L.*). This culture is characterized by its high sensitivity to cold (below -4 °C) and strong resistance to drought, so the climatic conditions in the northern area studies are very favorable for kind of culture. This is approved by Martiniello & Ciola (1994), and confirmed that Sulla is very cultured and propagated in the Mediterranean basin. However, it's a fodder species and it would be better to find a similar but less attractive to animals culture.

Table 1. Results of runoff and sediment concentration for different plots

Plots	Test time (min)	Runoff (mm/h)	Sediment concentration (g/l)
Bare soil	25	51,6	583,49
Hedysarum coronarium L.	25	23	89,81
Natural vegetation	25	40,6	82,26
Atriplex.nummularia	25	26,52	148,65

Erosion

Figure 2 shows the erosion rate as calculated by the crop Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) and having a value of 0.86 g/m^2/h. This result is lower than the rate of bare soil that reached 12.5 kg/m^2/h. This emphasizes the role of soil cover in reducing the risk of erosion. Then, we retain only the best facilities for the basin is Sulla, which are already provided by Sabir & Roose (2004) who considered the ground cover as effective in reducing erosion that dissipates the energy of raindrops, it slows the flow of water to the soil surface and maintains a good surface porosity avoiding superficial crusting.

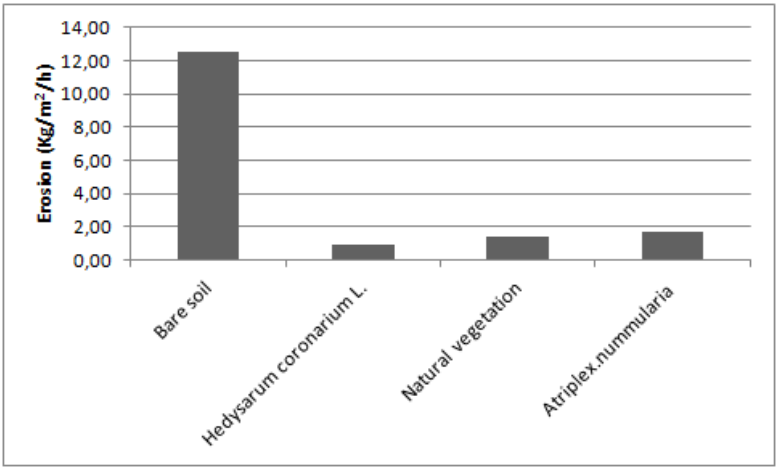


Fig. 2. The erosion rate for each experimental plot

Conclusions

The results show that the ground cover protects the soil from raindrop impact and can reduce the phenomenon of capping. It slows the flow of water to the surface, giving it more time to soak into the ground. In contrast, simulated rainfall on bare soil produces very highly runoff and soil loss. The vegetation also represents a physical barrier to respect rain, soil loss will be minimal. This study on the vegetation cover, Sulla is effective to absorb the energy of rainfall and runoff, and it would make sense to characterize this vegetation to explain and justify its effect reducing the water erosion.

References

Martiniello, P. and A. Ciola. 1994. The effect of agronomic factors on seed and forage production in perennial legumes sainfoin (Onobrychis viciifolia Scop.) and French honeysuckle (*Hedysarum coronarium* L.), *Grass Forage Sci.,* 49: 121-129

Rey, F, J. L. Ballais, A. Marre and G. Rovéra. 2004. Role of vegetation in protection against surface hydric erosion. *C. R. Geoscience.,* 336: 991-998

Roose, E. 1994. Introduction à la GCES. *Bulletin pédologique FAO.,* 70: 420 p.

Sabir, M. and E. Roose. 2004. Influences du couvert végétal et des sols sur le stock de carbone du sol et les risques d'érosion et de ruissellement dans les montagnes méditerranéennes du Rif Occidental (Maroc). *Bull. Réseau Erosion*., 23: 144-154

EVALUATION OF REMOVING EFFICIENCY OF CONSTRACTED SUBSURFACE HORIZONTAL FLOW WETLAND USED FOR PURIFICATION OF DOMESTIC WASTE WATERS

Recep Cakır[1], Ali Gidirislioglu[2] and Ulviye Cebi[2]
[1]Canakkale Onsekiz Mart University, Lapseki Vocational College, Lapseki, Canakkale 17800 Turkiye,
[2]Ataturk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli- Turkiye
E-mail: rcakir@comu.edu.tr; crec56@yahoo.com

Abstract

The research for the treatment of domestic waste waters originating from Büyükdöllük village in Edirne, has been carried out between 2005-2009. The effects of different hydraulic retention times on the removal efficiency were studied. In order to apply three various experimental treatments in terms of the various hydraulic hydraulic retention times, the total area of the constructed wetland (900 m^2) was separated into three equal chambers of 300 m^2 using concrete components. Waste waters of the settlement were first pre-treated in the septic tank, then water was collected into the distribution device and delivered to each of the experimental pools in quantities required for the treatment. Different (5.6, 3.7 and 2.2 days) hydraulic retention times occurring in any of the experimental ponds were estimated using Metcalf and Eddy (1991) approximation. The constructed wetland used in the study was planted with *Phragmites australis* plants with a density of 4 plants per m^2. Purification efficiency of the constructed wetland was evaluated on the basis of water analysis results carried out at monthly basis in the laboratories of the Research Institute in Kırklareli.

Key words: domestic waste water, remediation, constructed wetlands, efficiency

Introduction

A large number of countries around the world are experiencing water stress and trying to cope with the problems of water scarcity. Water sources of no country, including those of Turkey are endless. The estimation is that more than 1 billion people in the less developed countries lack access to clean water and more than 1.5 million children under the age of 5 die from water- borne diseases each year (WHO-UNICEF, 2004; Gordon at el., 2004). Because of growing demand for agricultural and industrial use as well as due to growing population, the problems of water scarcity are getting more and more serious for our country. Moreover the availability of renewable water sources per capita of population is expected to fall under the limit of 1000 m^3 and in near future Turkey will be among the water poor countries.

In addition to the scarcity of fresh water sources, the situation of water security is getting worse due to the environmental pollution induced by industrialization, chemical application in agriculture and discharge of polluted domestic waters to water holding bodies. Industrial and domestic waters as well as agriculturally polluted waters contain large amounts of heavy metals, organic matter, plant nutrients and etc. and have a serious polluting potential in terms of surface and/or ground waters if are discharged without any treating. Conventional wastewater treatment processes are widely applied in developed countries. Though they require high chemicals and energy inputs, skilled man-power and large capital investments for

building, operating and maintenance of the treatment facilities (Reed et al., 1995; Kadlec et al., 2000).

Nowadays in many countries of the world projects have been applied aiming to remediate the pollutants in domestic and/or industrial wastewaters using natural or constructed wetlands and to reuse treated waters for the purposes of irrigated agriculture and industry. Constructed wetlands are described as simple and low cost domestic water remediation systems that use natural processes within shallow (less than 1 m) beds or channels containing halophytes, substrates and a variety of microorganisms that improve the waste water quality (EPA 2004). Constructed wetlands are reported (Choudhary et al., 2011) to be capable of removing contaminants including metals, organic matter, inorganic matter and pathogens from different wastewaters.

The treatment efficiency of these systems depends on several factors, including type of contaminants, wetland design, climatic factors, hydraulic loading rate (HLR) and hydraulic retention time applied to the system. Though in general, effective removal of the pollutants from water using constructed wetlands requires low hydraulic loading rate, and subsequently long hydraulic retention time. The positive effects of longer hydraulic retention time on purification efficiency of Cw systems is approved in many studies carried out across the world (Tawfic, 2003; Bojcevska and Tonderski, 2007; Chang et al, 2007; Konnerap et al., 2009). In other studies however, the effect of low HLR is not statistically approved in case of some pollutant parameters. Schulz et al. (2003) reported that total suspended solids (TSS) and chemical oxygen demand (COD) were reduced by 95.8 – 97.3% and 64.1 – 73.8%, respectively, and HRT demonstrated no influence.

This paper is based on some of the results obtained from investigations carried out on the influence of hydraulic retention times (HRT) on remediation efficiency of a subsurface horizontal flow constructed wetland for domestic waste waters originating from a small community of Büyükdöllük settlement.

Material and Methods

The research on remediation of domestic waste waters originating from Buyukdolluk village (41°,45',36.49" N, 26°,36',13.47" E) in Edirne Province was carried out between 2005-2009. The population of the mentioned settlement is 1,200 citizens and it is located 14 km North of Edirne.

For the investigations, domestic waste waters from the settlement were collected and after the first stage of purification performed in the septic device, were transferred to the collecting and delivery unit (Fig 1). Pre-treated domestic waters transferred to the collecting tank were delivered to each of the experimental ponds in quantities required for any of the experimental treatments. Although the influent water discharge fluctuates depending on the season, the average discharge to the wetlands was determined as 0.9 l/s or 72-78 m^3 per day. In order to provide different hydraulic times 0.2, 0.3 and 0.5 parts of the total flow of 0.9 l/s, were delivered to experimental chambers 1, 2 and 3 as shown on Fig 1.

Taking into account the number of citizens and available land size, the total area and depth of the purification facility was determined as 900 m^2. In order to apply three different hydraulic retention times (HRT), the total area of the device was divided in three chambers, each with dimensions of 10 x 30 m, and surface area of 300 m^2 using concrete curtains. The

way to provide impermeability and laying of the subtract materials in the engineering device were published previously (Gidirislioglu et al., 2010).

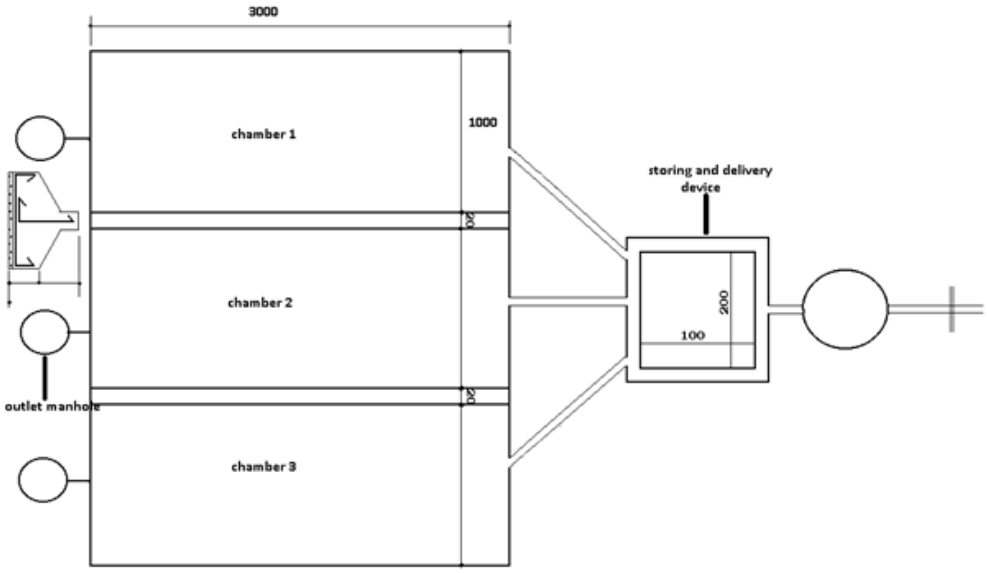


Fig. 1. An overview of the constructed wetland used in the study

Waste waters from the settlement and previously pre-treated in the septic tank were delivered to the experimental chambers (ponds) on Fig. 1 as follows:

Application of different hydraulic loading rates (HLR) to each of the ponds inevitably led to different hydraulic retention times (HRT). Different hydraulic retention times in any of the experimental ponds due to different hydraulic loading rates were estimated using the Metcalf and Eddy (1991) approximation.

Using the mentioned formula, the hydraulic retention times (HRT) created for the ponds with 0,050, 0,075 and 0,125 m^3day^{-1} m^{-2}, hydraulic loading rate (HLR), were calculated as 5.6, 3.7 and 2.2 days respectively.

The plantation of the experimental plots was done with Phragmites australis which is wide spread in the soil and climatic conditions of the investigation region, is easily propagated by rhizomes and characterized by rapid growth under prevailing conditions. Plants are capable of growing up to 200-300 cm, and are generally branched with leaf sheaths overlapping. The rhizomes were planted in a density of 4 plants per m^2. Images of the constructed and planted system are presented on Fig. 2 and 3.

The influent and effluent water samples were taken at monthly intervals during the years of the study. Influent samples were collected using the valve mechanism located at the inlet of the collection and delivery unit, while waters leaving the purification ponds were sampled from the valve mechanism placed in the outlet manhole of each of the treatment ponds.

Water samples were analysed for Biochemical Oxygen Demand (BOD_5), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS) using standard methods 5220, 5210 an 2540, respectively (APHA 1995); while Oil and Grease were extracted in hexane, gravimetrically at 60-70 °C.

Removal rates (RR) of the major parameters of TSS, COD, BOD_5, etc., were computed by the formulae given below (Chang et al 2007).

$$RR,\% = \left(\frac{Ci - Ce}{Ci}\right) x100\text{, where}$$

Ci and Ce are the inflow and outflow concentrations in mgL^{-1}.

All research data were subjected to a statistical analysis. Statistical procedures including analysis of variance (ANOVA) followed by a multiple Tukey-Kramer comparison test were conducted using SAS statistical software (SAS Systems for Windows, 2002).



Fig. 2. An overview of the Cw device after plantation



Fig. 3. System image a year after plantation

Results and Discussion

Laboratory analyses data obtained for the pollutants contents in influent and effluent water samples taken at monthly intervals during the 3-year study are included in Table 1. Despite the slight variations existing among the investigation years, the average values of organic pollutants as BOD_5, COD, TSS and Oil and Grease in influent water were determined to vary in the ranges of 243.0-456.7; 371.7-556.0; 113.4-186.6 and 0.08- 0.16 mgL^{-1} respectively.

Evaluation of the results for effluent water samples obtained for treatments including various retention times presented in the table shows that, the lowest residual values of all the pollutant parameters of organic character are available in water samples obtained from the chamber with longest hydraulic retention time (HRT) of 5.6 days. Higher values are determined in effluent water samples taken from the experimental chamber with shorter retention time of 3.7 days, while most availability of the residuals were determined in effluent waters of chambers where shortest retention time of 2.2 days was applied. Owing to the longer hydraulic retention time applied under conditions of 5.6- day treatment, the residual values of BOD_5, COD, TSS and Oil and Grease were decreased to the ranges of 67-180; 130-283; 14.2-28.9 and 0.013-0.038 mgL^{-1}, versus those of 87-207; 150-310; 21.1-39.3 and 0.018-

0.042 mgL^{-1}, and 105-235; 180-364; 33.2-58.9 and 0.028-0.050 mgL^{-1}, determined in effluent water samples collected from 3.7-day and 2.2- day treatments respectively.

Statistical analysis of data obtained for removal rates related to BOD_5, COD, TSS and Oil and Grease showed that hydraulic retention time (HRT) had a significant effect ($p < 0.01$) on purification of the domestic water used in the study. The average removal rates of the mentioned pollutants were determined to be highest (65.0, 62.6, 86.6 and 80.4 % in effluent waters treated under conditions of 5.6-day retention. It was also statistically proven that the removal rates decreased with increasing retention time and reached 57.9, 55.5, 81.7 and 74.5% and 49.9, 47.8, 71.3 and 62.1 % respectively under conditions of 3.7 and 2.2- day retention.

The purification efficiency of the chambers in the constructed system with different hydraulic retention times could be assessed on the basis of criteria given in the Water Pollution Control Guideline (WPCG) published in Official Gazette number 26786 (Anonymous, 2008). The Control Guidelines require at least 60% removal of BOD_5, COD, TSS and Oil and Grease in domestic waters of small communities' prior to discharge to any accepting water body. Comparison of the research data for removal with the rates in the regulation shows, that adequate removal of TSS was attained during all the experimental years and under all the retention levels. High adequacy of 81.3 and 68.8% (2007); 79.4 and 71.4% (2008) and 77.3 and 70.4% (2009) were also determined in terms of Oil and Grease removal under conditions of 5.6-day and 3.7-day retention treatment, respectively. The removal performance of the constructed wetland for BOD5 and COD was found to be close or above the required rate of 60%, only in the case of the treatment with 5.6 days retention time.

Results obtained in our study for BOD_5, Ammonium and Phosphorus are comparable with those in the ranges of 320-400, 55- 60 and 13-16 mgL^{-1} determined during the autumn months in domestic waters of Novo Milosevo in Serbia by Belic et. al (2012).

Our results related to Biochemical Oxygen Demand (BOD5) are also in agreement with the average values of about of 270 mgL^{-1} and are very close to those of 304 mgL^{-1} COD and 280 mgL^{-1} TSS reported by Ayano (2014) for influent waters originating from Arba Minch, Ethiopia. The values for influent waste waters in this investigation are higher than results recorded in other studies carried out abroad (Bista and Khatiwada, 2004; Konerrup et al. 2009). In pilot studies carried out in the Nile Delta of Egypt, Tawfic (2003) found out that BOD_5 values of the influent water varies in relatively low ranges of 86-102 mgL^{-1}. Very low values in the ranges of 38-85 mgL^{-1} for TSS were determined during four different periods of the year for influent waters of Chemelil constructed wetland system in Kenya, containing pre-treated waste waters originating from the sugar factory in the region (Bodin, 2013). The significant differences in the pollutant parameter concentrations between domestic waters of small rural communities and dormitory wastewaters are probably due to differences in lifestyle and various activities, including agriculture in the case of the small provincial community.

The removal efficiency of wetland systems depends on many factors such as type of contaminants, wetland design, plant species used, climatic factors, geometry of the purification chamber, etc. The performance of subsurface horizontal-flow constructed wetlands at the same time mainly depends on engineering criteria such as hydraulic loading

rate (HDR) and hydraulic retention time (HRT) of the system. In general, effective removal of pollutants from water using constructed wetlands requires low hydraulic loading rate, and subsequently long hydraulic retention time. Moreover HLR and corresponding HRT are considered the major operational control factors for improving treatment efficiency of the mentioned systems (Jing et al., 2002; Tao et al., 2006; Wu et al., 2006).

Table 1. Organic Pollutants Removal Performance under Various Hydraulic Retention Times (averages for 3 year)

HRT days	Month	**BOD_5** (mgl^{-1})			**COD** (mgl^{-1})			**TSS** (mgl^{-1})			**Oil and Grease** (mgl^{-1})		
		influent	effluent	RR %	influent	effluent	RR %	influent	effluent	RR %	influent	effluent	RR %
5.6	January	363.3	180	50.4	542.7	283	47.9	186.6	27.2	85.6	0.16	0.038	76.3
3.7			207	43.0		310	42.9		38.3	79.7		0.042	73.8
2.2			235	35.3		342	37.0		53.3	71.7		0.048	70.0
5.6	February	346.7	147	57.6	533.6	236	55.8	126.7	21.7	82.8	0.18	0.023	87.2
3.7			180	48.1		278	47.9		28.3	78.0		0.032	82.2
2.2			193	44.4		315	41.0		42.6	66.1		0.045	75.0
5.6	March	456.7	140	69.4	556.0	224	59.7	139.0	21.5	84.2	0.10	0.015	85.0
3.7			183	60.0		282	49.3		30.0	78.4		0.023	77.0
2.2			233	49.0		364	34.5		42.2	69.8		0.037	63.0
5.6	April	343.3	107	68.8	490.7	162	67.0	156.7	17.0	89.2	0.14	0.017	87.9
3.7			145	57.7		200	59.3		22.0	86.0		0.023	83.6
2.2			168	51.0		251	48.9		33.2	79.0		0.037	73.6
5.6	May	360.0	125	65.3	510.0	186	63.5	186.6	28.9	84.5	0.15	0.025	83.3
3.7			144	60.0		216	57.6		39.3	79.1		0.032	78.7
2.2			165	54.2		246	51.8		58.9	68.4		0.050	66.7
5.6	June	284.0	123	56.7	444.0	192	56.8	126.7	16.4	87.0	0.16	0.015	90.6
3.7			142	50.0		224	49.5		21.1	83.5		0.023	85.6
2.2			163	42.6		250	43.7		48.1	61.4		0.040	75.0
5.6	July	284.0	75	73.4	453.7	161	64.5	133.3	18.3	86.5	0.15	0.020	86.7
3.7			87	69.4		186	59.0		30.0	77.4		0.028	81.3
2.2			110	61.3		219	51.8		38.4	71.3		0.043	71.3
5.6	August	293.3	84	71.3	434.3	130	70.0	153.3	17.2	88.7	0.09	0.018	80.0
3.7			96	67.3		185	57.4		26.1	83.0		0.023	74.4
2.2			112	61.7		205	52.8		37.8	75.3		0.038	57.8
5.6	September	243.0	67	72.4	371.7	132	64.5	136.7	17.2	87.4	0.08	0.017	78.7
3.7			82	66.3		150	58.3		22.8	83.2		0.022	72.5
2.2			105	56.8		180	51.6		43.3	68.3		0.035	56.3
5.6	October	306.7	98	68.1	521.0	175	66.4	173.1	20.0	88.3	0.09	0.022	75.6
3.7			115	62.5		193	63.0		25.2	85.5		0.025	72.2
2.2			142	53.7		221	57.6		36.7	78.7		0.035	61.1
5.6	November	300.0	95	68.3	452.0	158	65.0	113.4	14.2	87.4	0.10	0.015	85.0
3.7			110	63.3		188	58.4		21.6	80.2		0.020	80.0
2.2			147	51.0		224	50.4		38.3	66.1		0.032	68.0
5.6	December	335.0	93	72.2	465	156	66.5	120.0	18.4	84.7	0.09	0.013	85.6
3.7			128	61.8		227	51.2		26.7	77.8		0.018	80.0
2.2			153	54.3		265	43.0		35.0	70.9		0.028	68.9
Influent		324.5^{c**}	-		489.6^{c}	-		147.3^{c}	-		0.123^{b}	-	
5.6 days		112.1^{a}	65.0^{c}		185.0^{a}	62.6^{c}		19.9^{a}	86.6^{c}		0.023^{a}	80.4^{c}	
3.7 days		135.2^{ab}	57.9^{b}		221.2^{ab}	55.5^{b}		26.9^{ab}	81.7^{b}		0.034^{a}	74.5^{b}	
2.2 days		161.1^{b}	49.9^{a}		258.6^{b}	47.8^{a}		41.3^{b}	71.3^{a}		0.043^{a}	62.1^{a}	

*** Superscripts of a, b and c, indicate different Duncan mean separation groups at $P < 0.01$ statistical significance level.*

The results of this study showed that the constructed wetland can be applied for treating of the polluted domestic wastewaters of a small community. Statistical evaluation of the data obtained for removal rates for major organic pollution parameters such as BOD_5, COD, TSS and Oil and Grease show that hydraulic retention time has a significant effect ($p < 0.01$) on the purification process and the average removal rates for the mentioned pollutants is highest (65.0, 62.6, 86.6 and 80.6%) in the chamber with 5.6-day retention time. Furthermore the removal rates decreased with decreasing retention time and are lowest in the case of applied shortest retention times of 2.2 days.

The high removal rates under low HLR determined in our study fully confirm results obtained by Zakarya (2006) who reported overall removal rates of 50.18 to 88.49% for TSS, and 56.77 to 77.62% for COD. Decreased removal rates under conditions of increased HLR were observed also by Bojcevska and Tonderski (2007), who reported a positive linear relationship between mass removal rates (Rmass) and mass loading rates (MLR). In another study (Konnerap et al., 2009) the beds of the CW were loaded with HLR from 55 to 440 mm d^{-1} and it was determined that the COD mass removal rates varied between 42 and 83% depending on the loading rates, while the TSS removal rate reached up to 88% even at the highest hydraulic loading rates of 440 mm d^{-1}.

Conclusions

From the results of the study, it can be concluded that the constructed and planted wetlands can be used for remediation of pollutants in domestic waters of small communities. The designed and applied full-scale subsurface horizontal-flow constructed wetland, showed high removal efficiency for organic pollutants such as BOD_5, COD, TSS and Oil and Grease.

The highest removal rates and purification efficiency for all the evaluated pollutants were obtained from the treatment whit applied retention time of 5.6 days, followed by the treatment consisting of 3.7 days HRT. The lowest removal rates were determined for the chamber with shortest retention time of 2.2 days.

Owing to the fact that the highest removal rates are possible under conditions of 5.6 days HRT, this criterion is recommended for use in subsurface horizontal-flow constructed wetland design in the region, although 3.7 days HRT also could be applied in the case of financial deficiency and/or land limitation.

References

Anonymous. 2008. Water Pollution Control Guideline. Official Gazette no. *26786, 13.02.2008*

APHA-AWWA-WPCF. 1995. Standart Methods for Examination of Water and Wastewater, 19th Edition, Washington

Ayano, K.K. 2014. Effect of depth and plants on pollutant removal in Horizontal Subsurface flow constructed wetlands and their application in Ethiopia. PhD Thesis von der Fakultät VI - Planen Bauen Umwelt der Technischen Universität Berlinzur Erlangung des akademischen Grades, 2014;198pp

Belić, A., Rajiš M., Josimov-Dun Ťerski J. 2012. Application of constructed wetlands for wastewater treatment in small communities. Proceedings of the International Symposium of Sanitary and Environmental Engineering, 9th Ed. - SIDISA 2012, -

Sustainable Technology for Environmental Protection, paper ID 879, p. 1-6, http://www.sidisa2012.dreamgest.net/pdf/879.

Bista, K.R., Khatiwada, R.K. 2004. Performance study on reed bed wastewater treatment units in Nepal. International Conference on The Great Himalayas: Climate, Health, Ecology, Management and Conservation Blue Star Hotel, Tripureswore, Kathmandu, January 12-15, 2004.

Bodin, H. 2013. Wastewater treatment in constructed wetlands:Effects of vegetation, hydraulics and data analysis methods. Linköping University, Department of Physics, Chemistry and Biology, Linköping Studies in Science and Technology Dissertation No. 1509,71pp Linköping, Sweden, 2013.

Bojcevska, H. and Tonderski, K. 2007. Impact of loads, season, and plant species on the performance of a tropical con-structed wetland polishing effluent from sugar factory stabilization ponds. Ecological Engineering, 29(1), 66-76.

Chang , J., Zhang , X., Perfler , R., Xu ,Q.S, Niu. X.Y. and Ge, Y. 2007. Effect of hydraulic loading rate on the removal efficiency in a constructed wetland in subtropical China. Fresenius Environmental Bulletin, 16 (9a):1082-1086).

Choudhary, A.K., Kumar, S. and Sharma, S. 2011. Constructed wetlands: an approach for wastewater treatment. Elixir Pollution 37 (2011) 3666-3672.

EPA. 2004. Constructed treatment wetlands. Office of water, 843-F-03-013, 2004

Gidirislioglu, A., Çebi, U., Çakir, R. 2010. Yüzeyaltı yapay sulakalan sistemlerinde farklı hidrolik yükleme seviyelerinin ve hidrolik alıkonma sürelerinin atıksu kirliliğinin giderilmesine etkileri. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Atatürk Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Yayınları, KHGM-05270L01, pp 64. Kirklareli (in Turkish).

Gordon B., Mackay R., Rehfuess E. 2004. Inheriting the world: The atlas of children´s health and the environment. Geneva, Switzerland: World Health Organization, pp. 14–15

Jing, S. R., Ling, J. F., Wang, T.W. and Lee, D.Y. 2002. Microcosm wetlands for wastewater treatment with different hydraulic loading rates and macrophytes. Journal of Env. Qual., 31: 690-696.

Konnerup, D., Koottatep, T. and Brix, H. 2009. Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with Canna and Heliconia. Ecological Engineering 35 (2009) 248–257

Kadlec RH., Knight RL., Vymazal J., Brix H., Cooper P., Haberl R. 2000. Constructed wetlands for pollution control: Processes, performance, design and operation. In: Scientific and Technical Report No. 8, London, UK: IWA Publishing, pp. 1–156.

Metcalf and Eddy. 1991. Wastewater engineering. 3d ed. New York, NY: McGraw-Hill, Inc

Reed SC., Crites RW., Middlebrooks EJ. 1995. Natural systems for wastewater management and treatment, 2nd Edn.New York: McGraw-Hill

Schulz, C., Gelbrecht, J. and Rennert, B. 2003. Treatment of rainbow trout farm effluents in constructed wetland with emergent plants and subsurface horizontal water flow. Aquaculture, 217: 207-221.

Tawfic, T. A. 2003. Effective natural wastewater treatment systems in rural areas of Egypt. Proceedings of the 4th International Conference for Environmental Technologies,

Management and Funding. Ministry of State for environmental Affairs. 30.09-02.10.2003. Cairo

The SAS Systems for Windows. 2002. SAS Institute Inc., SAS 9.1.3 Help and Documentation, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002-2004.

Tao, W.D., Hall, K.J. and Duff, S.J.B. 2006. Performance evaluation and effects of hydraulic retention time and mass loading rate on treatment of woodwaste leachate in surface flow constructed wetlands. *Ecological Engineering*, 26, 252-265.

WHO/UNICEF. 2004. Meeting the MDG drinking water and sanitation target: A mid-term assessment of progress. Geneva, Switzerland: World Health Organization-United Nations Children's Fund, pp. 1–33, ISBN: 92- 415-6278-1

Wu, Z.B., Li, G., Fu, G., He, F. and Cheng, S.P. 2006. Technological design and purification performance of a recirculation aquaculture system based on constructed wetlands. Transactions of the CSAE, 22(1), 129-133.

Zakarya, F. 2006. Effects of hydraulic loading rates on sewage treatment efficiency of constructed wetlands. A Thesis for Master of Science, Universiti Putra Malaysia, August 2006

GROUNDWATER POLLUTION DUE TO TRIFLURALIN HERBICIDE WIDELY USED IN THRACE REGION OF TURKEY

Recep Cakir[1], Ulviye Cebi[2] and Hasan Hayri Tok[3]
[1]Canakkale Onsekiz Mart University, Lapseki Vocational College, Lapseki, Canakkale 17800, Turkiye
[2]Ataturk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli, Turkiye
[3]Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Tekirdag, Turkey
E-mail: rcakir@comu.edu.tr, crec56@yahoo.com

Abstract

The pollutant effects of trifluralin herbicide, widely used in sunflower farming were studied on the fields of Turgutbey irrigation project in Thrace region. Irrigation water wells with 15-20 m. depth, across the irrigation project covering approximately 320 ha fields were evaluated in the study. Water samples collected from the irrigation wells at monthly intervals along the irrigation season, were analyzed for trifluralin residuals. As a general evaluation of the results obtained during the years of the study showed, that residual concentrations determined in the well waters are lower than those in the soil samples. It was found out also that the highest and lowest residual concentrations of trifluralin in water samples collected from the investigated wells, were 86.9 and 3.2 ppb, respectively. Higher residual concentrations, in larger number of wells, are available in the beginning of the season, and incidence and levels of pesticide residual decrease towards the autumn.

***Key words**:* trifluralin, water, soil, pollution, residuals

Introduction

Today, the number of macro and micro live creatures that damage farming crops is around 65000 - 70000 and product loss due to various pest, weeds and diseases is estimated to be in the ranges of 15% and 30%. Use of pesticides accepted as easiest and cheapest way to cope with these damaging factors became widespread after 1950s.

Despite the fact that the amount of pesticides used in our country as a whole is much lower than the amounts used in developed countries the use of the mentioned chemicals is a matter of serious concern in regions with polycultural intensive agriculture (Tok, 1996).

On the other hand, contamination of surface and ground waters due to pesticide application in agriculture has been well documented around the world. Pesticide residues in surface waters have been a concern since the first years of use (Richards et al., 1993; Larson et al., 1995). Actually nowadays the persistence of pesticide residues in the soil and their movement in the water–soil system are accepted as key aspects in their environmental behaviour. Furthermore the environmental fates of pesticides have attracted recent attention because of their increasing pollution potential to the environment. Ground waters, lake and river waters can undoubtedly be contaminated with runoff water from adjacent agricultural fields if pesticides are uncontrolled used.

Recently, the fate of pesticides in the environment has attracted more attention because of its polluting effect on the surrounding environment. However, the translocation of pesticides from target to nontarget sites would seem to be difficult to control. Despite the recognized benefits of pesticides in protecting crop yields, pesticide contamination of the

nontarget system is undesirable because of the difficulties in predicting the long term ecological and health effects (Felsot et al., 1990).

Among the chemicals applied in agricultural farming, herbicides are the most used pesticide group in our country and in the Thrace Region. The most widely used herbicides in the region of the study are 2,4-D, trifluralin and propanil. Trifluralin [2,6-dinitro-N,N-dipropyl-4-(trifluoromethyl) benzenamine] is selective herbicide used for pre-emergence control of annual grasses and broadleaf weeds in sunflower, maize, vegetables and other crops grown in Thrace region of Turkey.

The classification on the bases of formulations trifluralin belongs to concentrated emulsion (EC) pesticide group. The chemicals into the mentioned group are rapidly mixed and are persistent for a long period into water sources. Owing to its physicochemical properties trifluralin is also long persistent in the soil which cause damaging effect on wheat seed germination in the conditions of sunflower- wheat rotation applied in region of the study. In some studies (Moore et al., 2007) triflurin residuals are determined in lake and under grounds waters, while in other studies (Funary 1989) no trace of the pesticide is found in any of the investigated 299 drinking water sources in Italy (Anonymous 1996)

According to publications of EPA, FAO and International Cancer Research Center trifluralin is cancerogenic and is highly toxic to aquatic organisms even at low doses. Due to mentioned harmful effects, in the final notification of the 3 rd North Sea Conference was declared that the amount of pesticide use should be decreased by 50 % during the period of 1985-1995. Nevertheless the herbicide is still widely used in Thrace region of Turkey.

This paper discussed the results obtained in the study aiming determination the effects of trifluralin on underground water contamination along the lands of Turgutbey irrigation project.

Material and Methods

Study area

The investigations were carried out on the lands of Turgutbey irrigation project, located in the northern part of Kirklareli district in Thrace region of Turkey. The geographical position of the studied 16 water wells were determined as 41°27', 41°28' and 41°29' North latitude, and 27°23', 27°24' and 27°25' East longitude and elevation varied in the ranges of 73-96 m (Table 1).

Long term precipitation and temperature averages for the investigation region were determined as 589.6 mm and 13 °C respectively. The highest average monthly precipitation rates of 76.1 and 83.3 mm are determined for December and January, while the hottest summer months July and August are characterized with lowest precipitation averages of 21.7 and 24.6 mm respectively (DMI 1984). The studied area is characterized with xeric-ustic moisture and mesic temperature regimes, and prevailing transition Marmara (Black Sea-Mediterranean Sea) climate type (Dinc et al. 1995).

The investigated area owns flat or slight sloped (2-3 %) topographic conditions and covered with medium deep Alluvial soils (Entisol), with prevailing loamy clay texture in the upper and sandy clay loam in the deeper part of the soil profile. No salinity or alkalinity problems are reported for the studied soils (KHGM 1991).

Table 1. Geographical Position of the Evaluated Water Wells

Well number	Geographical Position		Elevation (m)	Well number	Geographical Position		Elevation (m)
	North	East					
Drinking water	41°27'49	27°23'26	87	9	41°27'27	27°23'36	74
2	41°28'35	27°23'51	90	10	41°27'52	27°23'32	82
3	41°28'19	27°23'37	86	11	41°27'54	27°23'35	80
4	41°28'16	27°23'34	83	12	41°28'03	27°23'42	82
5	41°28'23	27°23'19	84	13	41°28'30	27°24'13	83
6	41°27'59	27°23'32	84	14	41°29'09	27°25'11	96
7	41°27'53	27°23'18	85	15	41°29'02	27°24'51	95
8	41°27'24	27°23'20	73	16	41°28'58	27°24'43	96

Sampling and Analyzing Procedures

Water samples from one drinking water and 15 irrigation water wells indicated on Fig 1 were collected at monthly intervals during the irrigation season (May, June, July, August and September) of the investigation years. Water samples collected from wells located along the investigated irrigation project were analyzed in the laboratories of Ataturk Soil and Water Resources Research Institute in Kirklareli. A PERICHRO P 2100 gas chromatography apparatus equipped with electron capture detector (ECD) and capillary column of 0.32 mm inner diameter and 25 m long, was used in the analyzing process. Pesticide residuals in water samples were determined using Environmental Chemistry in Water Analysis Method (ECM) 155 978 (Fig. 2).

Results and Discussion

Farmer wells located on the lands of Turgutbey irrigation project were used as material of the study. Results of the analysis of samples collected in the beginning (May) of irrigation season of the first experimental year showed, that the lowest and highest amounts (3.6 and 86.9 ppb) of trifluralin respectively, existed in water samples taken from wells number 9 and 13. Pesticide residuals in water determined during the following months (June, July and September) of the irrigation season were in the ranges of 3.9-62,3 ppb; 3.8-9.6 ppb; 7.14-79.2 ppb, respectively. As could be seen from data illustrated on Fig. 3, during the first experimental year, the higher residual concentrations, in larger number of wells, are available in the beginning of the season, and incidence and levels of pesticide residual decrease with time.

As a general, from data plotted on the Fig. 2 it could be derived, that though herbicide residuals were available in all wells located close to fields with trifluralin herbicide application in 2006, the maximum residue concentrations of 86.9 ppb and 62.3 ppb were obtained in water samples collected from wells 13 and 15 respectively in May and June. The concentrations of the pesticide in water of the mentioned wells were determined to decrease, during the following month (July), when residual amounts were increasing up to 43.6, 59.2 and 79.2 ppb in waters sampled from wells 6,12 and 16, respectively.

Sampling and analysis applied approximately 3-4 months after utilization of the herbicide pointed out for presence of trifluralin residuals in very low concentrations in the ranges of 3.8- 14.7 ppb in waters of only few wells.

Although determined less concentrations due to decreased sunflower acreages during the second experimental year, results were similar to those obtained during 2006. Just as in

the case of the previous year, pesticide residuals detected in water samples during 2007, exhibited variation depending on interval between application and sampling time.

Moreover there were variations also in terms of trifluralin concentrations in water samples taken from different wells. Sampling in June showed low quantities of pesticide residuals in the ranges of 7.6-12.7 ppb only in waters of wells 2, 4 and 5.

Though much more evident pollution of the ground waters was observed during the next month July, in waters collected from wells 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10, located in the central part of the irrigation project. Relatively high residual rates up to 40 and 60 ppb were recorded for some of the pointed wells. In a manner similar to the first experimental year, only in few of the water samples taken 3 or 4 months after trifluralin application were determined herbicide residuals (Fig. 4).

The highest and lowest residual concentrations detected in wells used as an irrigation water source across the irrigation project in Turgutbey were, 86.9 ppb and 3.2 ppb respectively.

All the wells drilled for the mentioned purpose are shallow, with depth in the ranges of 15-20 m, and in the majority of the water samples collected from the wells were detected pesticide residuals in more or less amounts, during one or another period of the study. On the contrary, no trifluralin residuals were determined during any period of the investigation in water samples drawn from the 196 m deep well (no 1), drilled to serve as a drinking water source for the population of Turgutbey. A similar situation was observed also in investigations carried out abroad. In a study conducted in the United States, a total of 2047 surface and 507 underground water samples have been analyzed, and only in 172 of them trifluralin residuals have been detected. In addition, it was also determined that in 85 % of samples with designated residuals, the concentrations were less than 0.54 ppb. In a similar study carried out in Italy, Funaria (1987) evaluated pesticide availability in 299 drinking water samples, most of them from underground water sources, and found no trifluralin residuals in any of the investigated sources (Anonymous 1996). This situation is in agreement with our results concerning to lack of any residuals in the studied drinking water well. The lack of the pollution in this case could be explained with deep laying aquifer (200 m) surrounded by clay formations, probably preventing the water body from contamination with trifluralin. It could be suggested also that the molecules of the pesticide are tightly held by the soil colloids and prevent the contamination.

According to Brignon (2007), considering the adverse effects of the pesticide on human health in the European Union 98/83 / CE and 75/440 / CEE directives, maximum trifluralin levels in spring and drinking waters are limited to 2 ppb and 0.10 ppb respectively. No relevant norms for trifluralin exist in national Turkish standards (TS- 266) related to the hazardous levels of substances in spring and drinking waters. Evaluation of the results related to residual levels in analyzed water samples on the base of mentioned European standards, shows that pesticide amounts detected in some of the irrigation wells are much higher than those pointed out in the European documents mentioned above.

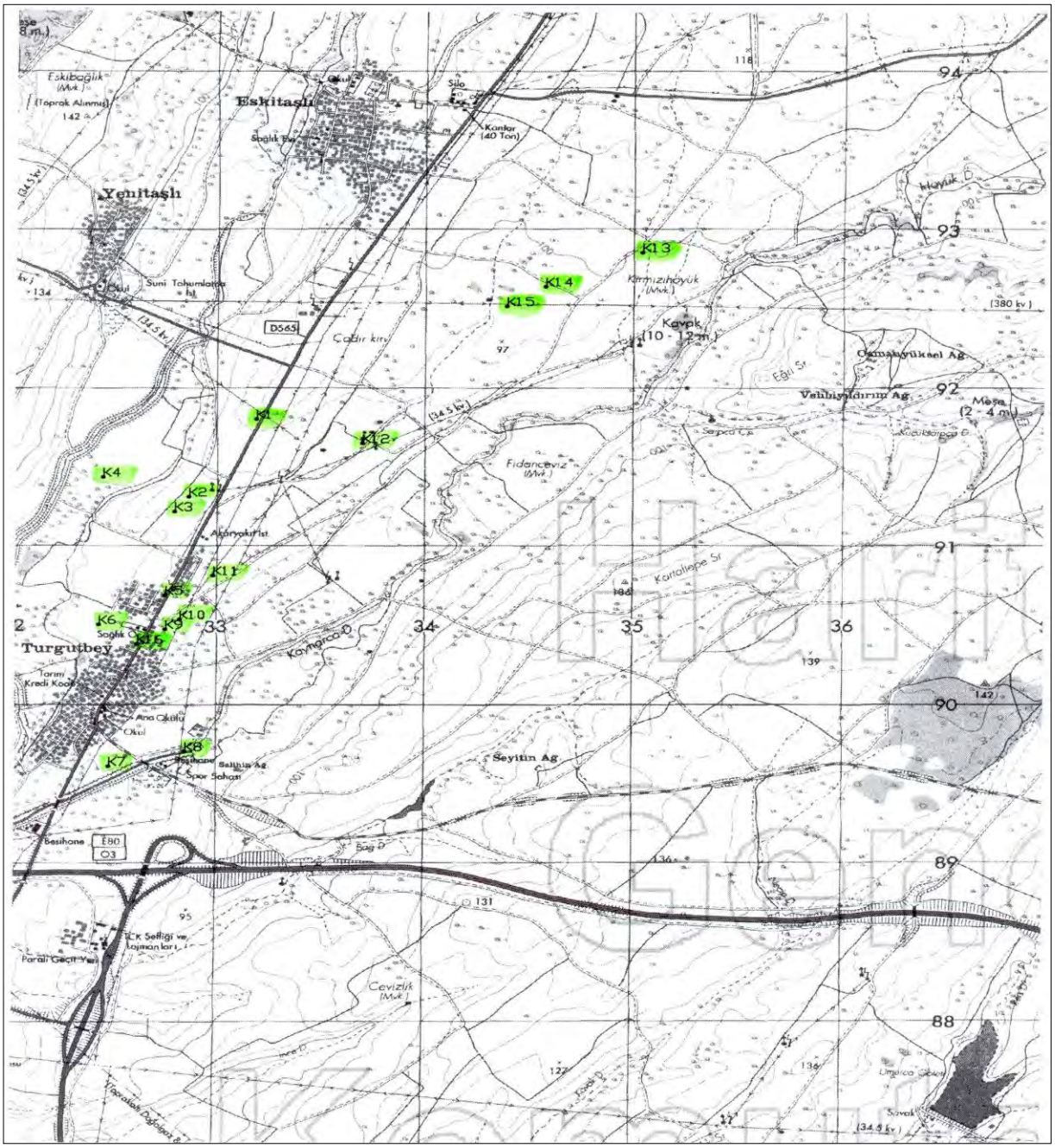


Fig. 1. The Map of Turgutbey Irrigation Project Area and Location of the Studied Wells

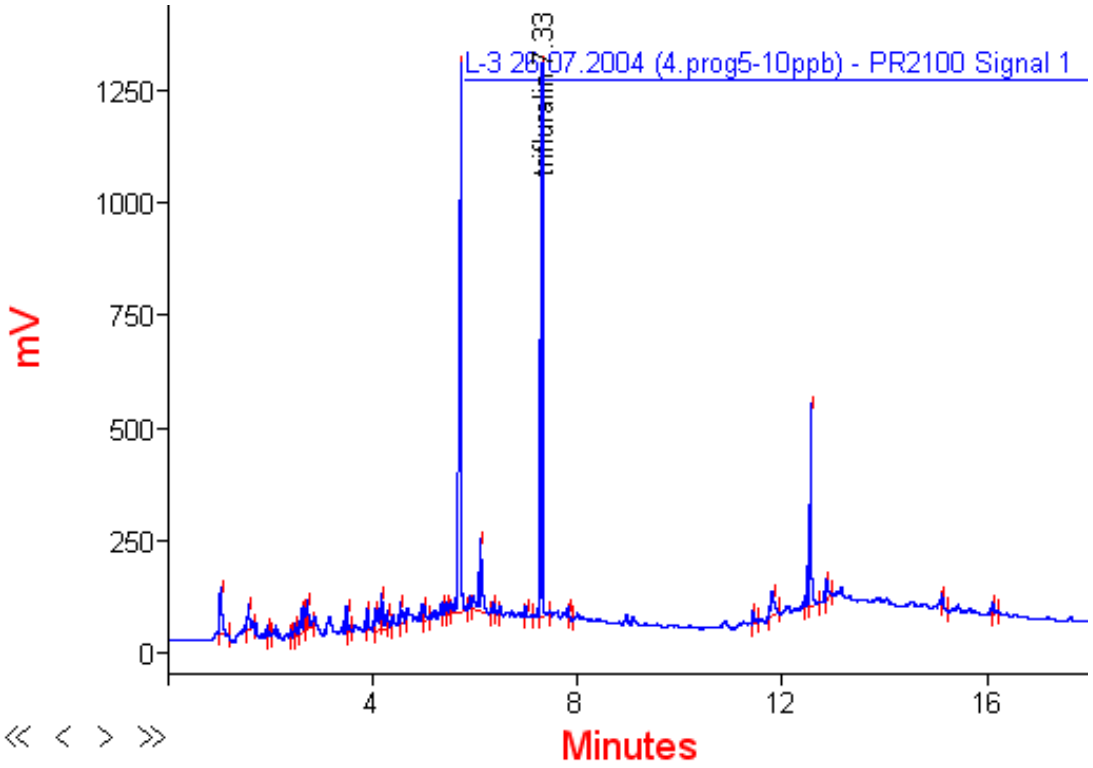


Fig. 2. Typical diagram for trifluralin residues in water samples

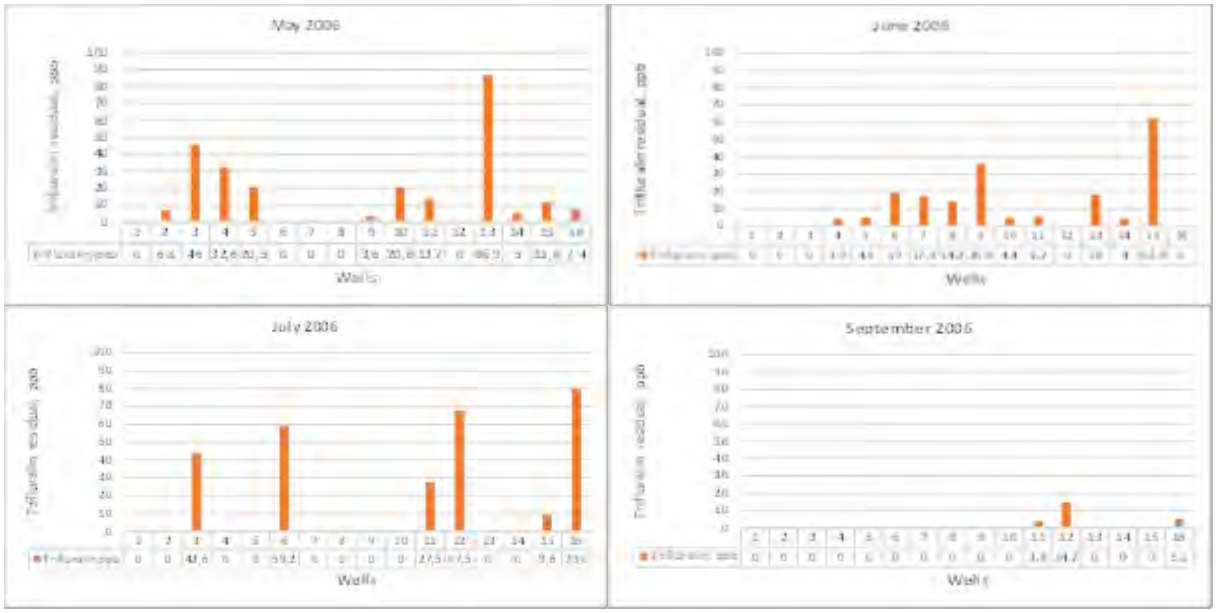


Fig. 3. Trifluralin residuals in water of evaluated wells determined during irrigation season of the first experimental year

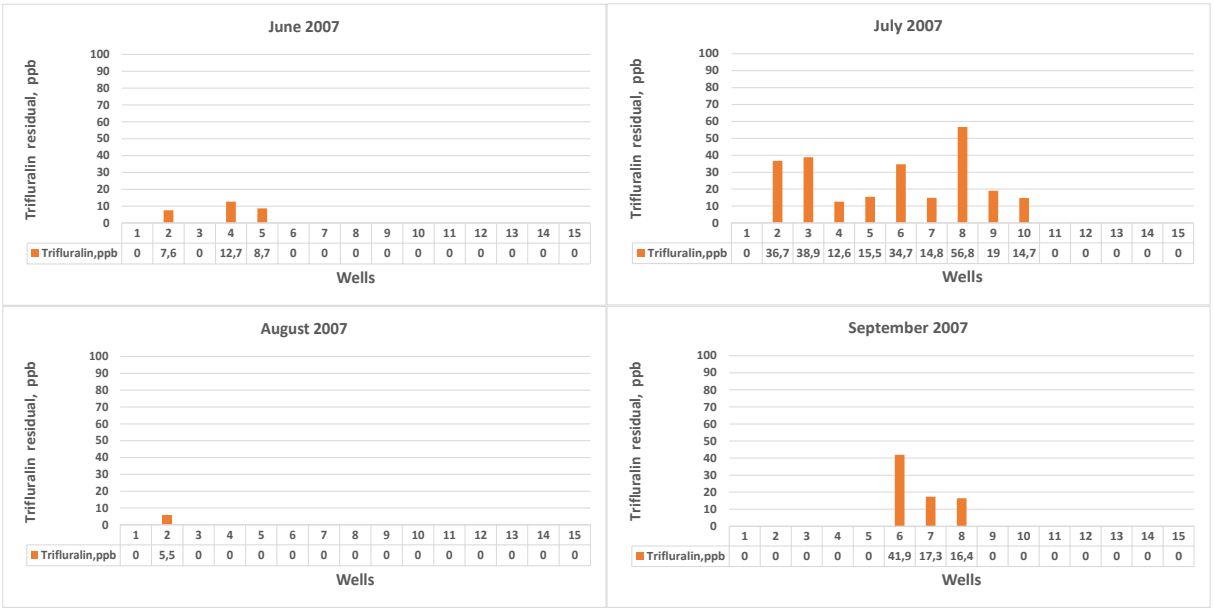


Fig. 4. Pesticide concentrations detected in water of the evaluated wells during the irrigation season of 2007 year

Conclusions

Trifluralin herbicide has been widely used in our country since 1976, especially in regions as Thrace with popular sunflower agriculture. Because of its carcinogenic properties, the standard norms and values existing in the Directives of the European Union should be accepted and included in the list of hazardous substances given the national standard document TSS-266.

Currently, the recommended amount of the herbicide in summer crops farming is 150-200 g da^{-1} which should be reduced, though overdosage is a common practice in the country. Decreased amounts of trifluralin and/or application of equivalent herbicides are supposed to be strong tools for limitation of hazardous effect of the pesticide especially in the localities with shallow ground waters.

Use of shallows wells as drinking water source in areas with intensive use of trifluaralin, as in the case of the evaluated irrigation project lands should be avoided.

References

Anonymous. 1996. Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. vol.2. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva

Brignon, J.M. 2007. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France:Trıfluralıne, 23 p. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France.

Dinc, U., Senol, S., Kapur, S., Atalay, I., Cangir C. 1995. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No.:51, Ders Kitapları, Yayın No:12 (in Turkish)

D.M.I. 1984. Ortalama Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni. T.C. Başbakanlık Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınları (678) S. Ankara (in Turkish)

Felsot, A.S., Mitchell, J.K., Kenimer, L. 1990. Assessment of management practices forreducing pesticide runoff from sloping cropland in Illinois. J.Environ.Qual.1990, 19, 539–545.

KHGM. 1991. Kırklareli İli Arazi Varlığı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı İl Rapor No: 39. Ankara (in Turkish)

Larson, S.J., Capel,P.D., Goolsby,D.A., Zaugg,S.D., Sandstrom,M.W. 1995. Relations betwween pesticide use and riverine flux in the Mississippi River basin.Chemosphere 31 (1995) 3305–3321.

Moore, M.T., Lizotte, R.E., Knifht, S.S., Smith, S., Copper, C.M. 2007. Assessment of Pesticide Contamination in Three Mississippi Delta oxbow Lakes Using Hyalella Aztec. Chemosphere Science for Environmental Technology, May 1

Richards, R. P., Baker, D.B. 1993. Pesticide Concentration Patterns in Agricultural Drainage Networks of the Lake Erie Basin.*Environmental Toxicology and Chemistry*, 12:13-26.

Tok, H.H. 1996. Trakya Bölgesinde Pestisit Kullanımı ve Pestisitlerin Çevre Üzerindeki Olumsuz Etkileri. Trakya Tarım ve Çevre Sempozyumu, Çorlu (in Turkish)

ПОЧВОЗАЩИТНА ЕФЕКТИВНОСТ НА УСЪВЪРШЕНСТВАНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА МИНИМАЛНА И НЕТРАДИЦИОННА ОБРАБОТКА НА ПОЧВАТА ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ЦАРЕВИЦА ЗА ЗЪРНО НА НАКЛОНЕНИ ТЕРЕНИ

Петър Димитров, Гергана Кунчева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

SOIL PROTECTION EFFICIENCY OF IMPROVED TECHNOLOGIES FOR MINIMUM AND UNCONVENTIONAL SOIL TILLAGE WHEN CULTIVATING MAZE ON SLOPE AREAS

Petar Dimitrov, Gergana Kuncheva
Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The Slopes arable lands in Bulgaria are affected by water erosion and loss of soil organic matter in one way or another. To limit these degradation processes in ISSAPP "N. Poushkarov" Sofia are developed and tested improved soil conservation technologies and unconventional minimum tillage. This paper presents the results of research conducted with these technologies, demonstrating their high soil protection efficiency.

Key words: water erosion, soil organic matter, minimum tillage, soil protection efficiency. *N.*

Увод

В Република България, според Русева (2006) около 84% от земите са с наклон над 3^{o}, което е предпоставка за развитие на водно-ерозионни процеси. Установено е, че 65% (3730000ha) от площта на стопанисваните земи у нас са засегнати от водна ерозия (Русева и др., 2010). Има определена зависимост между нея и друг деградационен процес на почвата, какъвто е намаляването на почвеното органично вещество. То в обработваемите земи, по мнение на Русева (2006) е свързано главно с изнасянето на повърхностния почвен слой, вследствие на ерозията на почвата, оксидацията на органичния въглерод поради висока аерация при интензивните обработки и деградация на почвената структура при уплътняване на почвата. Водната ерозия контролира запасите на органичен въглерод и разпределението им върху земния ландшафт. Тези два тясно свързани деградационни процеса причиняват значителни щети на родното ни земеделско производство. Тяхното ограничаване може да се постигне чрез прилагане на съвременни противоерозионни агротехнически мерки, методи и технологии. Различните видове минимални и нетрадиционни обработки на почвата се явяват като такива високо ефективни почвозащитни практики за борба с водната ерозия и със загубата на почвено органично вещество.

През последните няколко години в ИПАЗР „Никола Пушкаров" – София са разработени и изследвани две усъвършенствани технологии за минимална и нетрадиционна обработка на почвата, при отглеждане на царевица, включващи в себе си противоерозионните методи повърхностно и вертикално мулчиране с готов компост.

Целта на настоящата разработка е въз основа на някои от получените резултати от проведените изследвания с усъвършенстваните технологии за минимална и нетрадиционна (мулчиране с готов компост) обработка на почвата, при отглеждане на царевица на наклонени терени да се докаже почвозащитната им ефективност.

Материал и методи

Изследването е проведено в периода 2012-2014 г. в опитното поле на Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров" – София, в землището на с. Тръстеник, обл. Русе, при неполивни условия, на средно ерозиран карбонатен чернозем, при среден наклон на терена 5^0 (8, 7%).

За постигане на целта на изследването е заложен и изведен полски опит, по блоковия метод с царевица за зърно в четири варианта в четири повторения, като са изпитани вариантите:

d_o – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана по наклона на склона – контрола;

d_1 – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана напречно на склона;

d_2 – посев царевица, отглеждан по противоерозионна технология, включваща повърхностно мулчиране с готов компост, прилагана напречно на склона;

d_3 - посев царевица, отглеждан по противоерозионна технология, включваща основна обработка на почвата без обръщане на пласта – разрохкване и почвозащитните мерки вертикално мулчиране с готов компост, прорязване с ходообразуване едновременно със сеитбата и окопаването и браздообразуване с прорязване и ходообразуване, при загърлянето, прилагани напречно на склона.

При вертикалното и повърхностно мулчиране е използван компост, отпаден продукт на гъбопроизводството.

През отчетния период са проведени агротехнически (почвени и биометрични), агрохимични и ерозионни изследвания, съгласно утвърдена методика.

Определени са минерален азот и съдържание на хумус по Тюрин, подвижни форми на фосфор и калий по ацетатно-лактатен метод, както в почвата, така и в течния и твърдия отток, събирани и измерени след по-значителни ерозионни дъждове.

Ерозионните изследвания са осъществени по стационарния метод, като за всеки вариант са изградени отточни площадки с размер 15m x 5m и площ 75 m^2.

Резултати и обсъждане

Получените резултати от изследването на усъвършенстваните технологии за минимални и нетрадиционни (повърхностно и вертикално мулчиране с компост) обработки на почвата показват, че тяхното прилагане напречно на склона на посев царевица, води не само до подобряване на почвените и биометричните показатели и до същественото увеличаване на добивите (съответно с 9,3% и с 17,6%, спрямо посева отглеждан по наклона на склона), но и доказва тяхната висока почвозащитна ефективност. При използването на усъвършенстваната противоерозионна технология за минимална обработка на почвата, при отглеждане на царевица за зърно, включваща почвозащитните методи разрохкване, вертикално мулчиране с готов компост,

прорязване с ходообразуване едновременно със сеитбата и окопаването и браздообразуване с прорязване и ходообразуване при загърляне, осъществени напречно на наклона на склона, се получава значително намаляване на повърхностния воден отток и редуциране на износа на почва. От данните в табл. 1 се вижда, че средно за тригодишния период на изследване, при този вариант (d_3), това намаление достига до 5,4 пъти при повърхностния отток и до 24,3 пъти при еродираната почва в сравнение с традиционно отглеждания по наклона на терена посев. При прилагането на втората противоерозионна технология, използваща повърхностното мулчиране с готов компост почвозащитният ефект е по-нисък. Тук редуцирането на повърхностния воден отток през отчетния период, е от 1,8 до 2,1 пъти, а на изнесената почва то е от 2,9 до 3,1 пъти, спрямо контролата.

Таблица 1. Общо количество на повърхностния воден отток и ерозирана почва, при опит царевица 2012-2014 г.

Дата	Валеж l/m²	Повърхностен воден отток m³/ha				Ерозирана почва kg/ha			
		Вариант				Вариант			
		d_0	d_1	d_2	d_3	d_0	d_1	d_2	d_3
28.05.12	22.0	225.252	123.630	116.768	43.960	3622.0	1446.8	1378.0	168.5
06.08.12	15.5	141.907	73.913	70.909	26.733	1927.8	682.2	655.9	83.9
12.08.12	18.0	174.820	93.762	90.101	33.664	2598.6	981.4	939.0	116.5
27.08.12	12.5	128.957	65.217	62.828	23.960	1855.0	648.1	617.9	76.4
Общо год.	68.0	670.936	356.522	340.606	128.317	10003.4	3758.5	3590.8	445.3
12.06.13	28.0	182.113	105.763	95.932	35.140	2660.0	1014.9	937.1	117.2
13.06.13	12.0	157.183	89.492	79.661	29.533	2054.1	744.2	669.8	88.8
08.07.13	28.5	190.775	114.509	102.203	37.570	2899.1	1116.9	1044.1	128.6
Общо год.	68.5	530.071	309.764	277.796	102.243	7613.2	2876.0	2651.0	334.6
14.05.14	18.0	230.365	141.151	127.135	45.236	3260.2	1293.8	1185.6	145.3
31.05.14	54.0	165.547	93.237	83.027	31.099	2112.9	771.1	699.5	92.1
18.06.14	30.0	200.548	117.410	104.432	39.267	3102.5	1188.9	1104.2	136.2
Общо год.	102.0	596.496	351.798	314.594	115.602	8475.6	3253.8	2989.3	373.6
Средно 2012-14 г	79.50	642.153	370.615	310.999	115.387	8697.3	3296.1	3077.0	384.5
	ANOVA	*P<0.0001,HSD[.05]=53.93; HSD[.01]=66.89*				*P<0.0001,HSD[.05]=433.71; HSD[.01]=537.98*			

При отглеждане на царевица на наклонени терени по традиционна технология, но приложена напречно на наклона на склона, намаляването на течния и твърдия отток е с 40-50%, спрямо контролния вариант с прилагане на традиционни обработки по наклона на склона d_0, при който обемът на повърхностен воден отток и загубата на ерозирана почва са най-големи.

Агрохимичните изследвания показват, че след сеитба, при повърхностното внасяне на компост, при вариант d_2 (традиционна технология, приложена напречно на наклона на склона и повърхностно мулчиране с готов компост), наблюдаваме най-високо съдържание на достъпни форми на азот, фосфор и калий в почвата. Вариант d_3 е с най-добри агрохимични показатели в следващите фази (максимален растеж и след прибиране). При този вариант се наблюдават по-високи нива на достъпни форми на фосфор и калий (табл. 2) и органично вещество (фиг. 1).

Таблица 2. Агрохимични показатели на почвата в различните варианти на опита през различните фази на развитие на културата за периода 2012-2014 г.

Година, вариант	Преди сеитба			При максимален растеж			След прибиране на опита		
	$N\text{-}NH_4$, $N\text{-}NO_3$, mg/kg	Достъпен P_2O_5, mg/100g	Достъпен K_2O, mg/100g	$N\text{-}NH_4$, $N\text{-}NO_3$, mg/kg	Достъпен, P_2O_5, mg/100g	Достъпен, K_2O, mg/100g	$N\text{-}NH_4$, $N\text{-}NO_3$, mg/kg	Достъпен P_2O_5, mg/100g	Достъпен K_2O, mg/100g
d_0	22.98	8.10	11.05	20.45	9.64	12.83	16.69	8.71	12.52
d_1	27.89	11.08	11.96	27.80	9.76	14.39	17.85	12.11	13.35
d_2	37.09	41.04	21.50	33.62	9.81	14.81	19.02	15.65	14.06
d_3	24.11	12.68	15.16	30.00	10.85	16.03	23.87	14.62	15.85
d_0	19.11	10.93	28.05	23.74	7.58	21.10	11.26	7.79	13.04
d_1	19.28	10.25	29.87	25.48	7.71	23.81	17.73	16.61	20.03
d_2	34.11	14.51	29.91	26.19	10.45	27.95	19.20	24.83	26.82
d_3	25.45	13.68	28.81	32.89	13.97	32.48	20.90	11.42	30.38
d_0	27.48	16.42	30.42	17.65	8.47	30.17	15.75	10.91	28.56
d_1	28.24	17.31	31.92	19.00	10.85	32.32	18.42	14.46	30.17
d_2	44.38	38.66	50.25	32.76	11.78	34.15	22.67	16.80	33.15
d_3	23.47	29.62	33.66	26.85	21.83	33.11	26.22	26.30	32.75



Фиг. 1. Съдържание на органичен въглерод(%), опит царевица

Най-ниски са нивата на макроелементи и органично вещество при вариант d_0, с традиционни обработки, приложени по наклона на склона, който е подложен най-силно на действието на водна ерозия и е с най-големи загуби на почва и най-голям обем на повърхностния воден отток (табл. 2).

Водната ерозия причинява деградация на почвата, която е тясно свързана със загубата на достъпни форми на хранителни елементи с повърхностния воден отток или с почвените частици. Количествата на изнесените от ерозията макроелементи и органичен въглерод, както се вижда от табл. 3, се повлияват от начините на обработка

на почвата, фазата на развитие на културата, почвената влажност, количеството на валежите и приложения органичен материал, в случая компост. Обогатяването на повърхностния почвен слой с достъпни форми на азот, фосфор, калий и органичен въглерод чрез мулчирането с компост, води до по-високи нива на тези елементи както в отточните води, така и в еродираната почва. Този ефект е по-слаб при варианта d_3 в сравнение с d_2. При прилагане на вертикалното мулчиране изнасянето на макроелементи с твърдия и течния отток е по-слабо, заради внасянето на компоста в дълбочина и приложените минимални обработки.

Таблица 3. Средно съдържание на $N\text{-}NH_4$ (mg/kg), $N\text{-}NO_3$ (mg/kg), P_2O_5 (mg/100g), K_2O (mg/100g), C (%) в еродираната почва, $N\text{-}NO_3$ (mg/l), P_2O_5 (mg/l), K_2O (mg/l), C (mg/l в повърхностния воден отток

Година	Вариант	Еродирана почва						Повърхностен воден отток			
		$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$, общо	P_2O_5	K_2O	C, %	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O	C, %
2012	d_0	27.45	8.82	36.28	9.77	56.20	1.45	5.43	1.00	6.48	7.55
	d_1	28.11	10.67	38.78	9.92	53.91	1.47	5.40	0.99	6.23	7.93
	d_2	41.68	12.58	54.26	19.25	59.39	1.69	14.22	1.10	9.60	17.43
	d_3	24.47	13.89	38.36	13.93	51.88	1.56	8.10	0.86	5.75	6.40
2013	d_0	28.45	24.35	52.80	11.05	47.52	1.28	23.82	1.09	5.03	5.27
	d_1	22.14	15.49	37.64	11.72	43.83	1.31	19.89	1.03	5.17	7.77
	d_2	29.16	26.80	55.96	17.03	62.22	1.66	19.93	1.14	9.17	9.70
	d_3	18.81	14.51	33.32	9.59	29.66	1.41	16.53	0.94	4.40	6.43
2014	d_0	40.80	27.28	68.08	20.03	56.43	1.32	20.03	0.48	10.67	17.63
	d_1	37.07	27.84	64.91	20.91	57.79	1.40	19.70	0.54	13.93	20.13
	d_2	54.23	61.76	116.00	31.56	72.62	1.50	47.26	0.74	23.00	37.47
	d_3	52.85	24.45	77.30	25.02	62.62	1.42	15.94	0.57	16.80	27.83

Най-висока концентрация на хранителни елементи в седимента (еродираната почва) са наблюдавани във варианта с повърхностно мулчиране с компост. Най-обогатена на въглерод е еродираната почва при вариант d_2. При вариант d_3 минималните обработки в комбинация с вертикалното мулчиране водят до по-висока концентрация на макроелементи и органично вещество в най-горния почвен слой и това корелира с по-висока концентрация и в еродираната почва, в сравнение с тази при вариант d_0. Тази тенденция не се наблюдава при измерванията на калий. При вариантите с традиционни обработки, приложени по склона, еродираната почва е с по-високи концентрации на калий в сравнение с тази при вариант d_3.

Противоерозионният ефект на приложените технологии оказва влияние върху запазване на почвеното плодородие, като чрез прилагането им се съхраняват в почвата голяма част от достъпните макроелементи и органичен въглерод (табл. 4).

Загубите на подвижни форми на азот ($N\text{-}NO_3^-$ и $N\text{-}NH_4^+$), фосфор и калий, както и органично вещество са най-високи при прилагане на традиционни обработки по

наклона на склона, а най-малки те са при вариант d_3 с усъвършенствани минимални обработки и вертикално мулчиране с компост.

Въпреки значителния противоерозионен ефект на технологията, прилагана при вариант d_2 с повърхностно мулчиране, загубите на хранителни елементи и органично вещество все пак са големи, поради повърхностното приложение на компоста, но като цяло се оказва положително влияние върху запазването на качеството на почвата и почвеното плодородие на наклонените терени.

Таблица 4. Годишни загуби на достъпни форми на N ($N\text{-}NO_3^- + N\text{-}NH_4^+$), P_2O_5, K_2O, органичен въглерод с еродираната почва и с повърхностния воден отток (kg/ha)

Година	Вариант	Еродирана почва				Повърхностен воден отток				Общи загуби			
		N	P_2O_5	K_2O	C	N	P_2O_5	K_2O	C	N*	P_2O_5*	K_2O*	C*
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Общо за 2012 г.	**d_0**	0,394	1,068	6,039	157,256	3,765	0,680	5,242	4,792	4,16	1,75	11,28	162,05
	d_1	0,159	0,419	2,226	60,947	2,019	0,361	3,006	3,006	2,18	0,78	5,23	63,95
	d_2	0,217	0,768	2,330	66,271	5,204	0,381	6,059	6,059	5,42	1,15	8,39	72,33
	d_3	0,018	0,069	0,256	7,623	1,085	0,113	0,823	0,823	1,10	0,18	1,08	8,45
Общо за 2013 г.	**d_0**	0,646	1,249	5,071	157,901	12,539	0,572	2,825	2,825	13,19	1,82	7,90	160,73
	d_1	0,183	0,667	2,478	66,411	5,668	0,327	1,936	1,936	5,85	0,99	4,41	68,35
	d_2	0,213	0,734	2,613	70,704	5,407	0,315	2,662	2,662	5,62	1,05	5,27	73,37
	d_3	0,019	0,054	0,132	7,842	1,669	0,096	0,661	0,661	1,69	0,15	0,79	8,50
Общо за 2014 г.	**d_0**	0,549	1,657	4,769	110,009	12,424	0,279	9,600	9,600	12,97	1,94	14,37	119,61
	d_1	0,199	0,654	1,867	44,850	7,347	0,180	6,791	6,791	7,55	0,83	8,66	51,64
	d_2	0,344	0,942	2,058	44,619	14,804	0,221	11,915	11,915	15,15	1,16	13,97	56,53
	d_3	0,029	0,092	0,230	5,257	2,011	0,062	3,250	3,250	2,04	0,15	3,48	8,51

ANOVA results *За **P_2O_5** P<0.0001; HSD[.05]=0.21; HSD[.01]=0.28; d0 vs d1 P<.01; d0 vs d2 P<.01;d0 vs d3 P<.01;d1 vs d2 P<.05;d1 vs d3 P<.01 ;d2 vs d3 P<.01

*За **орг. С** P<0.0001; HSD[.05]=35.8; HSD[.01]=48.94; d0 vs d1 P<.01; d0 vs d2 P<.01; d0 vs d3 P<.01; d1 vs d2 nonsignificant; d1 vs d3 P<.01; d2 vs d3 P<.01

*За **K_2O** P=0 .000706; HSD[.05]=3.87; HSD[.01]=5.54 ; d0 vs d1 P<.05; d0 vs d2 NS; d0 vs d3 P<.01 ;d1 vs d2 NS ;d1 vs d3 P<.05; d2 vs d3 P<.01

* **За N ($N\text{-}NO_3^- + N\text{-}NH_4^+$)** p=0.046516, HSD[.05]=8.42; HSD[.01]=12.04; d0 vs d3 P<.05.

Най-добри резултати в това отношение се наблюдават при последния вариант с прилагане на минимални обработки и вертикално мулчиране с готов компост.

Изводи

Усъвършенстваната технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата, включваща противоерозионните методи разрохкване, вертикално мулчиране с готов компост, прорязване с ходообразуване, едновременно със сеитбата и окопаването и браздообразуване с прорязване и ходообразуване при загърлянето има сравнително

висока почвозащитна ефективност, при отглеждане на царевица за зърно на наклонени терени в напречна посока, изразяваща се в намаляване на повърхностния воден отток, средно с 5,4 пъти, а на еродираната почва с 24,3 пъти, в сравнение с почвозащитните обработени традиционно по наклона на склона.

При прилагане на втората противоерозионна технология, използваща метода повърхностно мулчиране с готов компост, при отглеждане на царевица за зърно на склонови земеделски земи, в напречно направление, повърхностния воден отток се редуцира 1,8 до 2,1 пъти, а еродираната почва от 2,9 до 3,1 пъти, спрямо традиционно отглежданите посеви по наклона.

Прилагането на компост в почвозащитните практики, води до увеличаване на концентрацията на достъпни форми на азот, фосфор и калий, както и на органичен въглерод в еродираната почва и повърхностния воден отток, което е резултат и от повишеното количество на тези елементи и в повърхностния почвен слой. При варианта с повърхностно мулчиране (d_2), се наблюдават по-ниски загуби на хранителни елементи и органично вещество в сравнение с d_0, но по-високи в сравнение с вариант d_1. Въпреки това внесеният органичен материал (компост) води до по-добри почвени показатели (достъпни форми на макроелементи и органично вещество в почвата) при d_2 в сравнение с d_1.

За трите наблюдавани години при варианта с минимална и нетрадиционна обработка на почвата, включващ противоерозионния метод вертикално мулчиране с компост, се наблюдава както най-силно редуциране на количеството на еродираната почва и обема на водния отток, така и по-ниски загуби на хранителни елементи (азот, фосфор, калий) и органично вещество, които са съответно 6,27, 11,5, 6,28 и 17,37 пъти по-малки в сравнение с тези на варианта d_0 с традиционни обработки, приложени по наклона на склона, подложен най-силно на действието на водна ерозия.

Литература

Белоев, Хр., П. Димитров, Н. Марков, Г. Цанкова. (2008). Технологии за минимална обработка на почвата на склонови земи в условията на устойчиво земеделие. *ССА*, София

Русева, С. С. (2006). Деградация на почвите от земеделските земи. - *Дискусионен доклад по проект 00043507 "Изграждане на капацитет за устойчиво управление на земите в България"*, София. http://www.unccdslm.org/files/LDAgri BGSvetla%20- Rousseva.pdf

Русева, Св., и др. (2010). Риск от водна ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи, Част I, Северна България, *ПъблишСайСет-Еко*, София.

МИКРОБИОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЕРОЗИРАНИ ПОЧВИ ОТ СОФИЙСКА ОБЛАСТ

Радка Донкова, Анета Димитрова, Галина Петкова, Костадинка Недялкова, Илия Малинов, Христо Джоджов
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF ERODED SOILS FROM SOFIA REGION

Radka Donkova, Aneta Dimitrova, Galina Petkova, Kostadinka Nedyalkova, Ilia Malinov, Christo Djodjov
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The paper deals with the assessment of influence of erosion on the microflora of soils from Sofia region. The microbial biomass, CO_2-production and numbers of main physiological, functional and taxonomical groups of soil microorganisms were determined. It was established that the effect of erosion processes depended on the soil type and applied agricultural practice. The CO_2-production and number of oligonitrophiles and phosphate-decomposing microorganisms are indicative of erosion processes for the soils from the area of the town of Bankya. The microbial populations of arable soils from the town of Kostinbrod and Suhodol region are less influenced by degradation processes. The number of microscopic fungi and phosphate-decomposing microorganisms can be pointed out as indicator of erosion for cinnamonic forest soil from Suhodol.

Key words: erosion, soil microflora, CO_2-production, microbial biomass

Увод

Ерозията е един от най-сериозните деградационни процеси, които застрашават почвеното биоразнообразие и плодородие. Със загубата на повърхностен почвен слой се понижава съдържанието на органично вещество, което води до намаляване на биомасата и биологичната активност. Това оказва влияние върху биоразнообразието на почвената биота, в това число и на почвените микроорганизми. Един кубичен метър почва съдържа билиони микроорганизми, а видовото разнообразие на почвените бактерии и гъби може да достигне до 4000 - 6000 вида в богатите на органика почви (Pimentel et al., 2013).

Микробиологичната характеристика има своето значение при почвения мониторинг и диагностика. Winding et al. (2005) предлагат множество микробиологични индикатори за охарактеризиране на почвите, като основните от тях са микробиална биомаса, почвено дишане и количество на микроорганизмите. Wolinska et al. (2014) използват числеността на копиотрофните и олиготрофни бактерии, общата биологична активност и микробиалната биомаса за оценка на степента на деградация на обработваеми почви и установяват, че почвеното дишане е най-чувствителният индикатор за земеделските почви. Narendrula et al. (2015) установяват понижение на почвеното дишане, микробиалната биомаса и обилието на гъбите и бактериите при ерозирани и деградирани почви. При оценка на ефекта на растителността върху

свойствата на ерозирана почва Xue et al. (2007) показват, че микробиалната биомаса е индикатор за положителен ефект от залесяването.

Настоящото изследване има за цел да проучи влиянието на ерозията върху общата биологична активност, микробиалната биомаса и числеността на основни таксономични и физиологични групи почвени микроорганизми при почви с различна степен на ерозия и земеползване от Софийска област.

Материал и методи

Обект на изследването са ерозирани обработваеми, пасищни и целинни почви от Софийска област. Пробите са взети през есента на 2012 год. от излужени канелени горски, смолницовидни канелени и кафяви горски почви с различна степен на ерозионна деградация от районите на гр. Банкя, гр. Костинброд и кв. Суходол (Таб.1).

Таблица 1. Описание на почвената разновидност, степен на ерозия и район на пробовземане

Проба №	Почвена разновидност	Степен на ерозия
гр. Банкя		
1	Смолницовидна канелена	Слабо ерозирана
2	Смолницовидна канелена	Силно ерозирана
3	Излужена канелена горска, ливада	Средно ерозирана
4	Излужена канелена горска, ливада	Контрола
5	Регосол, пасище	Силно ерозирана
6	Кафява горска	Средно ерозирана
гр. Костинброд		
7	Канелена, засята с пшеница	Средно ерозирана
8	Канелена, засята с царевица	Средно ерозирана
9	Канелена, равнина	Контрола
кв. Суходол		
10	Канелена горска, целина	Силно ерозирана
11	Канелена горска, целина	Средно ерозирана
12	Канелена горска, целина	Слабо ерозирана
13	Канелена горска, обработв., биол. земеделие	Средно ерозирана
14	Канелена горска, обработваема, пшеница	Средно ерозирана
15	Канелена горска, обработваема, след сорго	Средно ерозирана

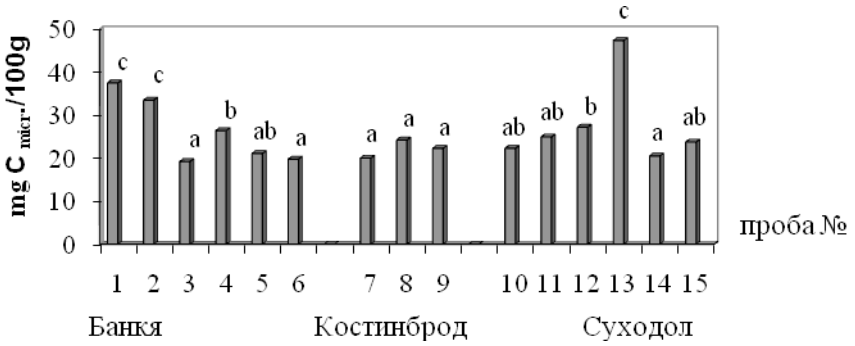
Общата биологична активност е определена по продукцията на CO_2 (Aflek et al, 1998), а количеството на микробиалната биомаса – по метода на Anderson-Domsch (1978). Числеността на основните групи почвени микроорганизми е определена по метода на десетичните разреждания чрез посяване на почвени суспензии на селективни агаризирани среди и е изразена в колониобразуващи единици (КОЕ) (Грудева и др., 2006). Данните са обработени статистически по метода на дисперсионния анализ (при ниво на вероятност $P \leq 0.05$) (STATGRAPHICS. Plus 2.1).

Резултати и обсъждане

Установено е негативно влияние на ерозионните процеси върху биологичната активност, което се проявява в най-голяма степен при средно ерозираната излужена канелена горска почва, за която е установено почти двукратно намаление на продукцията на CO_2 и в по-малка степен намаление и на микробиалната биомаса в сравнение с неерозираната почва от същия тип (фиг.1 и фиг.2). При ерозираните почви от района на гр. Костинброд са получени по-ниски стойности за продукцията на CO_2 в сравнение с неерозираната контрола, но разликите варират в тесни граници и не са доказани статистически. За изследваните почви от района на кв. Суходол е установено, че слабоерозираната целинна почва е с по-висока продукция на CO_2 и микробиална биомаса в сравнение със силно и средноерозираните почви. Намалението на CO_2 е доказано статистически. От трите средноерозирани почви, на които са отглеждани сорго, пшеница или е прилагано биологично земеделие изследваните показатели са с най-високи стойности при варианта с биологично земеделие. Получените резултати показват, че този тип земеделие е подходящ за намаляване на негативния ефект от ерозионните процеси върху активността на почвената микрофолора.



Фиг. 1. Обща биологична активност на изследваните ерозирани почви



Фиг. 2. Микробиална биомаса на изследваните ерозирани почви

Данните за числеността на КОЕ при изследваните основни таксономични и физиологични групи почвени микроорганизми са представени на Таблица 2. При сравнителното им разглеждане за района на гр. Банкя са установени статистически доказани увеличения на микроорганизмите, по-тясно свързани с азота (амонифициращи

микроорганизми, бактерии, усвояващи минерален азот, диазотрофи, олигонитрофили) при неерозираната почва спрямо установените при ерозираните почви. Подобна тенденция е очертана и по отношение на актиномицетите, микроскопичните гъби и фосфатразлагащите микроорганизми. От посочените групи в най-голяма степен са повлияни олигонитрофилите и фосфатразлагащите микроорганизми. Тези резултати са еднопосочни с данните за продукцията на CO_2 (Фигура 1). Аналогични резултати, потвърждаващи негативното влияние на ерозионните процеси върху активността и развитието на почвените микроорганизми са получени и от Hamer et al. (2009) и Park et al. (2014).

Таблица 2. Численост на изследваните групи микроорганизми в ерозираните почви (КОЕ. g^{-1})

Проба №	Амонифициращи x10^6 *	Бактерии, усвояващи мин. азот x10^6	Спорообразуващи x10^3	Диазотрофи x10^6	Олигонитрофили x10^6	Олиготрофи x10^6	Актиномицети x10^6	Микроскопични гъби x10^3	Целулозоразлагащи x10^3	Фосфатразлагащи x10^3
1	0.55^{a}	3.03^{a}	9.40^{a}	3.07^{ad}	1.00^{a}	0.18^{a}	0.83^{a}	1.03^{a}	3.37^{a}	16.67^{ac}
2	1.45^{bd}	9.87^{b}	23.27^{b}	7.77^{b}	4.70^{b}	1.02^{be}	2.23^{be}	5.30^{b}	5.73^{b}	16.67^{ac}
3	0.77^{a}	4.50^{a}	7.33^{a}	2.70^{a}	1.60^{a}	0.51^{c}	1.77^{b}	6.37^{b}	2.37^{ce}	40.00^{ac}
4	1.52^{bd}	11.10^{b}	15.60^{c}	9.67^{c}	9.07^{c}	1.12^{be}	3.70^{cm}	14.1^{c}	3.23^{a}	283.3^{b}
5	0.66^{a}	4.70^{a}	21.13^{b}	4.03^{d}	4.47^{b}	0.98^{b}	2.87^{ce}	8.47^{d}	4.97^{b}	26.67^{ac}
6	1.03^{c}	4.50^{a}	10.20^{a}	5.30^{e}	5.03^{b}	0.66^{cd}	1.80^{b}	2.93^{a}	2.80^{ca}	8.90^{a}
7	1.76^{d}	17.33^{c}	19.43^{b}	13.73^{m}	8.43^{c}	1.33^{e}	5.70^{d}	6.87^{bd}	6.63^{d}	40.00^{ac}
8	1.21^{bc}	9.80^{b}	20.47^{b}	8.57^{cb}	4.77^{b}	0.83^{d}	4.03^{m}	8.60^{d}	5.73_{b}	60.00^{ac}
9	0.55^{a}	3.93^{a}	9.00^{a}	5.03^{de}	3.37^{d}	0.73^{dc}	1.90^{b}	7.33^{d}	1.73^{e}	25.00^{ac}
НМДР	0,38	2,37	4,2	1,24	0,83	0,31	0,85	2,21	0,84	34,1
10	1.68^{abc}	14.63^{a}	22.60^{a}	8.37^{a}	10.9^{a}	1.12^{ab}	2.10^{a}	3.30^{a}	$7,23^{a}$	50.0^{a}
11	1.26^{ac}	14.17^{a}	18.10^{a}	15.23^{b}	19.07^{b}	1.88^{a}	9.43^{b}	9.97^{b}	$4,40^{be}$	160.0^{b}
12	1.01^{c}	6.30^{d}	56.53^{d}	8.73^{a}	9.47^{a}	1.41^{ab}	5.70^{c}	16.5^{d}	3.77^{bde}	100.0^{b}
13	2.09^{b}	19.83^{c}	45.73^{c}	13.67^{b}	21.53^{d}	1.13^{ab}	6.67^{c}	6.03^{c}	3.30^{d}	180.0^{b}
14	2.10^{b}	22.53^{b}	30.53^{b}	24.13^{c}	26.63^{c}	1.81^{ab}	8.70^{b}	6.77^{ce}	2.00^{c}	130.0^{b}
15	1.64^{abc}	10.37^{e}	30.67^{b}	10.67^{a}	9.93^{a}	0.90^{b}	4.37^{d}	8.47^{be}	4.30^{e}	183.3^{b}
НМДР	0,82	2,46	5,95	2,84	2,73	0,95	1,34	2,02	0,94	93,1

* *Стойностите, следвани от едни и същи буквени означения не се различават статистически при $P \leq 0.05$. НМДР – най-малка доказана разлика.*

Влиянието на ерозионните процеси върху почвената микрофлора зависи от прилаганата земеделска практика. Това е илюстрирано при изследваните обекти в района на гр. Костинброд, където при обработваемата средноерозирана почва са отчетени статистически доказани увеличения на КОЕ при актиномицетите, целулозоразлагащите микроорганизми, олиготрофи, диазотрофи, спорови бактерии, бактерии, усвояващи минерален азот, амонифициращи и олигонитрофили спрямо

контролното почвено различие, дължащи се на влиянието на отглежданите селскостопански култури и прилаганите агротехнически мероприятия.

При анализиране на почвената микрофлора при ерозирани почви в района на Суходол също се наблюдават различия по отношение влиянието на ерозията върху развитието на изследваните групи почвени микроорганизми в зависимост от приложената земеделска практика**.** В сравнение със слабо ерозираната целина при средноерозираните, обработваеми почви след пшеница и приложение на биологично земеделие са установени доказани увеличения в броя на КОЕ на амонифициращите бактерии, бактериите, усвояващи минерален азот, диазотрофи и олигонитрофили. За фосфатразлагащите микроорганизми статистически е доказано намаление при силно ерозираната целина спрямо всички останали изследвани почви. Ясно очертани различия се наблюдават по отношение на КОЕ на микроскопичните гъби в зависимост от степента на ерозия - най-ниски числа са установени при силно ерозираната целина, най-високи – при слабо ерозираната и със сходни количества - отново при обработваемите средно ерозирани почви след пшеница и приложение на биологично земеделие.

Представената микробиологична характеристика на изследваните почви в Софийска област показва, че влиянието на ерозията върху почвената микрофлора зависи от типа почва и прилаганата земеделска практика. За почвите от района на гр. Банкя показателни за ерозионни процеси са продукцията на CO_2, числеността на олигонитрофилите и фосфатразлагащите микроорганизми. Микробиалните популации на изследваните обработваеми почви в района на гр. Костинброд и кв. Суходол са по-слабо повлияни от ерозионите процеси. За канелената горска почва от кв. Суходол индикаторни за ерозионни процеси са микроскопичните гъби и фосфатразлагащите микроорганизми.

Заключение

Степента на въздействие на ерозията върху почвените микроорганизми зависи от почвения тип и начина на земеползване. В зависимост от тези фактори за различните почви отделни микробиологични показатели могат да служат като индикатори за нарушаване на екологичното равновесие и намаляване на почвената продуктивност.

Негативният ефект на ерозионните процеси върху почвената микрофлора се намалява при затревяване и отглеждане на селскостопански култури.

Литература

Грудева В., П. Мончева, С. Недева, Б. Гочева, С. Антонова-Николова и С. Наумова. 2007. *Ръководство по микробиология*. Университетско издание “Св. Климент Охридски”.

Alef, K., P.Nannipieri. 1998. Estimation of soil respiration with closed bottles. *216-217* In: Methods in Applied soil microbiology and biochemistry,. Harcourt Brace & Company, Publishers

Anderson J., K. Domsch. 1978. A physiological method for the quantative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 10: 215 - 221.

Hamer U., F. Makeschin, F. Zheng. 2009. Microbial Activity and Community structure in degraded soils on the Loess Plateau of China. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science,* 172,1: 118 – 126.

Narendrula R., Nkongolo K.K. 2015. Fatty Acids Profile of Microbial Populations in a Mining Reclaimed Region Contaminated with Metals: Relation with Ecological Characteristics and Soil Respiration. *J Bioremed Biodeg* 6: 274. doi: 10.4172/2155-6199.1000274.

Park J., K. Meusburger, H. Kang, C. Alewell. 2014. Erosion-induced changes in soil biogeochemical and microbiological properties in Swiss Alpine grasslands. *Soil Biology and Biochemistry,* 69: 389 - 392.

Pimentel D., M. Burgess. 2013. Soil erosion threatens food production. Agriculture 3: 443 - 463.doi: 10.3390/agriculture 303044 3
http:// www vetiver. org/ USA_ pimentel_ agriculture-03-00443.pdf

Winding A., K. Hund-Rinke, M. Rutgers. 2005. The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety,* 62: 230- 248.

Wolinska A., A. Szafranek-Nakonieczna, A. Banach, H. Rekosz-Burlaga, A. Goryluk-Salmonowicz, M. Blaszczyk, Z. Stepniewska, A. Gorski. 2014. Biological degradation of agricultural soils from Lublin region (SE Poland). *International Journal of Current Micobilogy and Applied Sciences* 3 (11): 558-571.

Xue S., G. Liu, Q.Dai, N.Yu. 2007. Effects of different vegetation restoration models on soil microbial biomass in eroded hilly Loess Plateau, China. *Frontiers of Forestry in China* 2(4), 376-381.

МИКРОБИОЛОГИЧНА АКТИВНОСТ ПРИ РЕМЕДИАЦИЯ НА ТЕЖКОМЕТАЛНО ЗАМЪРСЕНИ ПОЧВИ

Радка Донкова, Николай Динев, Ана Кацарова
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

MICROBIOLOGICAL ACTIVITY IN REMEDIATED HEAVY METAL POLLUTED SOILS

Radka Donkova, Nikolay Dinev, Ana Katsarova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The pot experiments were performed to evaluate the effects of zeolite amendment in heavy metal contaminated soils on the soil microbial communities. Soils from three points in the region of Non-ferrous metals factory, Plovdiv and three doses of zeolite were involved. As a test plant lettuce was applied. The soil respiration activity and quality of main group of soil microorganisms was determined in 45-days of lettuce planting. The decrease of total biological activity and a change in the ratio between the separate groups of soil microorganisms was established. Quantity of heterotrofic bacteria, free living nitrogen fixing bacteria and cellulose degrading bacteria was decreased. The quality of actinomycetes were increased. The influence of zeolite was better manifested in concentration of zeolite 5 and 10% and are in dependence of soil characteristics and heavy metal pollution.

Key words: heavy metal contaminated soil, zeolite amendment, microbial characteristics, pot experiment

Увод

Съществуващите в страната няколко комбината за цветни метали, металургични предприятия, флотационни фабрики и хвостохранилища, генерират проблема за антропогенното замърсяване на почвите с тежки метали и металоиди. Попаднали в почвата тежките метали предизвикат сериозни нарушения на биоценозите, почвеното плодородие и здравето на човека, тъй като могат да бъдат токсични, акумулират се трайно в околната среда и практически не подлежат на деградация. Това налага търсене на начини и средства за ограничаване на тяхното вредно действие. Фиксацията на тежките метали в слабоподвижна или труднонедостъпна форма, чрез приложение на подобрители на почвата, е технологията, която в последните години получи широко внимание (Usman et al, 2005, Gray et al,2006, Garau et al., 2007, Beqiraj et al, 2008). Като подобрители могат да бъдат използвани редица природни продукти. В това отношение зеолитите се явяват перспективен материал за подобряване свойствата на замърсени почви, предвид техните високи адсорбционни и йонообменни свойства (Oste, 2002; Beqiraj et al, 2007, Montalvo et al, 2012). За тяхното широко прилагане обаче е необходима пълна агрохимическа и екологична оценка на качествата им и на въздействието им върху химичните, физични и биологични свойства на почвите, мелиорирани с тях. В наличната литература данните относно влиянието на зеолитите върху почвената микрофлора са оскъдни (Chander and Joergensen, 2002) и твърде

противоречеви (Durham at al, 1994; Bauman et al, 2001; Kátai et al, 2001; Hrenovic et al, 2005).

Целта на настоящето изследване е да се установи потенциала на природния зеолит за ремедиация на тежкометално замърсени почви върху микробиологичната активност на почвата.

Материал и методи

В настоящето изследване са включени почви от три пункта в района на КЦМ, Пловдив. Почвата е алувиално-делувиална, със слабо алкално pH и съдържание на хумус около и малко над 2% (табл. 1), с различно съдържание на тежки метали (табл. 2) и хранителни елементи (таблица 1).

Таблица 1. Агрохимична характеристика на почвени проби от района на КЦМ, Пловдив

Варианти	**pH** KCl	**pH** H_2O	N min, $mg.kg^{-1}$	P_2O_5	K_2O	Хумус, %
				$mg.100g^{-1}$		
Пункт 1	7,0	7,8	6,30	42,30	45,40	2,0
Пункт 2	7,00	7,5	23,60	31,30	42,40	2,7
Пункт 3	7,40	7,8	13,20	13,00	25,80	2,5

Таблица 2. Общо съдържание на Cd , Pb и Zn (mg/kg^{-1})в почви от района на КЦМ, Пловдив

Вариант	**Pb**	**Zn**	**Cd**
Пункт 1	675	1 125	16.0
Пункт 2	1 070	1 300	28.0
Пункт 3	2 145	2 525	49.0
ПДК	120	400	3

Таблица 3. Съдържание на основните компоненти в зеолит (тегл. %) от находище „Бели пласт”

Al_2O_3	**CaO**	**Fe_2O_3**	**K_2O**	**MgO**	**MnO**	**Na_2O**	**P_2O_5**	**SO_3^-**	**SiO_2**	**TiO_2**	**ЗН**	**BaO**	**BaO**	**Влага**
12,65	2,72	1,05	4,10	0,86	0,05	1,10	0,03	0,03	70,65	0,15	6,64	0,01	0,04	3,60

Като почвен подобрител е използван зеолит от находище „Бели пласт“, област Кърджали, характеризиращ се със слабо кисела реакция.

За установяване ефекта на зеолит като средство за ремедиация на тежкометално замърсени почви е заложен и изведен вегетационен опит с тест култура маруля. Опитът включва 4 варианта, различаващи се по процентно съдържание на зеолит, заложен е в три повторения и е изведен в съдове с вместимост 2 kg. Схемата на опита е представена на таблица 4.

Таблица 4. Схема на опита

Обект	Контрола	**1% зеолит** от теглото на почвата	**5% зеолит** от теглото на почвата	**10% зеолит** от теглото на почвата
КЦМ Пловдив 1	0	зеолит	зеолит	зеолит
КЦМ Пловдив 2	0	зеолит	зеолит	зеолит
КЦМ Пловдив 3	0	зеолит	зеолит	зеолит

След внасянето на зеолита, съдовете са компостирани 30 дни при поддържане на 80% ППВ, след което се засадени по 4 броя растения. Опитът е изведен в продължение на 45 дни при поддържане на 60% ППВ. При прибиране на растенията са взети проби за микробиологичен анализ. Определени са количеството на основни групи почвени микроорганизми посредством общоприети методи (Грудева и кол. 2007) и общата биологична активност на почвата – чрез количеството отделен CO_2 (по метода на Alef,K. 1998). Данните са обработени чрез дисперсионен анализ (SPSS).

Резултати и обсъждане

Представените на таблица 5 данни показват, че контролните варианти от трите обекта се различават значително по своята биологичта активност. Най-ниска биологична активност е установена за пункт 1, следвана от пункт 3 и с най-висока биологична активност е почвата от пункт 2. Тези резултати могат да се обяснят с различната сорбционна способност и съотношение на тежки метали в изследваните почви. При добавяне на зеолит и за трите почви се констатира намаляване на количеството отделен CO_2. При почвата от пункт 1 намалението е най-малко, установява се при съдържание на зеолит 1% и се запазва в същите граници при съдържание на зеолите 5 и 10%. За почвата от втория обект намаление на количеството отделен CO_2 се установява при 5% съдържание на зеолит, и се увеличава при вариантите с най-високо процентно съдържание на зеолита. При третия обект отрицателно действие на зеолит се установява при 1% съдържание, запазва се при 5% и силно нараства при увеличаването му на 10%. Получените данни биха могли да бъдат обяснени с комплексното действие на зеолита, най-вече неговата сорбционната способност, и на физичните характеристики на съответните почви. Тези наши резултати са еднопосочни с публикуваните данни от Mühlbachová et al (2003), показващи намаление на дишането на почвата при прибавяне на зеолит към почви от районите на КЦМ и Кремиковци замърсени с тежки метали.

Както се вижда от таблица 5 отделните групи микроорганизми реагират по различен начин на прибавения зеолит. Статистически доказано повишено количество спрямо контролните варианти е установено за актиномицетите при вариантите 3 и 4 при почвата от пункт 1. За другите две почви количеството на тези микроорганизми в различните варианти е в границите на статистическата грешка. И при трите почви в варианти 3 и 4 е отчетено намаление в количеството на свободно живущите азотфиксиращи микроорганизми и целулозоразлагащите микроорганизми.

Намаление на CFU е отбелязано и за хетеротрофните микроорганизми като за почви 1 и 2 то е констатирано още при съдържание на зеолит 1%. По отношение влиянието на зеолита върху количеството на микроскопичните гъби и бактериите, усвояващи минерален азот е установено разнопосочно действие при почвите от трите пункта. Тези микроорганизми увеличават количеството си при пункт 3 при съдържание на зеолит над 1%, докато при другите два пункта се наблюдава тенденция за намаляване. Това може да се обясни с различните нива на замърсяването, което действа като „филтър"за изява на определена приспособимост. Негативно влияние на зеолита върху почвените микроорганизми е установено и от други учени. В свои изследвания Kosi (1997) констатира, че зеолитите не влияят върху количеството на микроорганизмите, но при йонообмен могат да станат твърде токсични. Съчетанието на различни химични и физични свойства на почвите от трите пункта, както и различната им натовореност с тежки метали със сорбционните свойства на зеолитите е една от причините за различния отговор на почвените микроорганизми към приложението на тези подобрители. Това води до промяна в съотношението между отделните групи микроорганизми , т.е. до дебалансиране на системата.

Таблица 5. Количество микроорганизми и обща биологична активност в мелиорирани почви от района на КЦМ-Пловдив

	Групи микроорганизми (CFU.10^6.g^{-1})							CO_2 (mg/g $^{-1}$)
	вар.	Хетеро-трофни бакте-рии	Бактерии, усвояващи мин.азот	Микро-скопични гъби	Свободно-живущи азотфик-сиращи м.о.	Актино-мицети	Целуло-зоразлага-щи м.о.	
пункт 1	К	187,33	262,67	0,0453	14,66	24,00	0,0083	15,47
	σ	2,05	36,92	0,0017	0,33	5,29	0,0001	0,16
	2	147,33	220,00	0,0413	11,33	20,00	0,0083	14,26
	σ	10,91	11,01	0,0063	1,20	3,46	0,0002	0,32
	3	146,66	194,00	0,0306	9,66	53,33	0,0012	14,97
	σ	1,66	22,47	0,0033	1,20	13,67	0,0002	0,32
	4	146,66	135,33	0,0373	9,33	60,00	0,0008	14,77
	σ	11,09	8,19	0,0052	0,66	15,32	0,0002	0,16
пункт 2	К	156,00	125,33	0,0180	20,33	21,33	0,0123	25,69
	σ	15,09	12,23	0,0052	4,37	3,71	0,0028	0,16
	2	134,00	92,00	0,0110	13,00	23,33	0,0108	25,73
	σ	6,00	4,00	0,0026	2,08	2,90	0,0037	0,08
	3	118,00	102,66	0,0170	9,66	22,00	0,0088	24,23
	σ	23,86	35,21	0,0017	1,45	2,48	0,0016	0,42
	4	103,33	89,33	0,0120	7,33	22,58	0,0092	23,41
	σ	7,42	5,81	0,0013	0,88	5,77	0,0018	0,01
пункт 3	К	120,66	104,67	0,0030	13,33	35,33	0,0058	24,40
	σ	4,37	11,62	0,0006	2,2	2,66	0,0015	0,08
	2	120,00	107,33	0,0060	11,33	42,00	0,0047	22,93
	σ	12,06	3,71	0,0006	2,33	5,01	0,0013	0,48
	3	100,00	136,67	0,0100	6,67	39,00	0,0038	22,93
	σ	3,05	40,86	0,0006	0,33	11,21	0,0009	0,16
	4	105,00	172,00	0,0080	5,66	44,00	0,0038	19,35
	σ	13,13	27,78	0,0020	0,33	10,58	0,0011	0,16

Заключение

Приложението на зеолит като подобрител на тежкометално замърсени почви от района на КЦМ, Пловдив намалява общата биологична активност, количеството на хетеротрофните бактерии, свободноживущите азотфиксиращи бактерии и целулозоразлагащите микроорганизми. Увеличава количеството на актиномицетите, т.е. променя микробния статус на почвата. Наблюдаваните ефекти са по-добре изразени при 5 и 10% съдържание на зеолит.

Литература

Грудева В., П. Мончева, С. Недева, Б. Гочева, С. Антонова-Николова и С. Наумова. 2007. *Ръководство по микробиология*. Университетско издание "Св. Климент Охридски".

Alef, K. and Nannipieri, P. 1998. *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press Harcourt Brace & Compani, Publishers. 215.

Bauman, M., Mesaric, M., Ribar, S., Maric, V., Tudja, M. 2001. Natural zeolite clinoptilolite increases the concentrations of sphingoid bases in the yeast Yarrowia lipolytica *J. Basic Microbiol* 41: 7-16.

Beqiraj E., Gjoka, F., Muller F., Baillif, P. 2008. Use of zeolitic material from Munella Region (Albania) as fertilizer in the Sandy soils of Divjaka Region (Albania) *Carpth. J. of Earth and Environmental Sciences*, 3, (2): 33 – 47.

Chander K., Joergensen R.G. 2002. Decomposition of 14C labelled glucose in a Pb-contaminated soil remediated with synthetic zeolite and other amendments. *Soil Biol. Biochem., 34*: 643–649.

Durham, D.R., Marshall, L.C. , Miller J.G., Chmurny, A.B. 1994. Characterization of Inorganic Biocarriers That Moderate System Upsets during Fixed-Film Biotreatment Processes. *Appl. Environ. Microbiol.,*60, 3329-3335.

Garau, G., Castaldi, P., Santona L., Deiana, P., Deiana, P. 2007. Influence of red mud, zeolite and lime on heavy metal immobilization, culturable heterotrophic microbial populations and enzyme activities in a contaminated soil, *Geoderma*, 142 (1-2): 47-57.

Gray, C.W. , Dunham, S.J., Dennis, P.G., Zhao, F.J., McGrath, S.P. 2006. Field evaluation of in situ remediation of a heavy metal contaminated soil using lime and red-mud, *Environmental Pollution* ,142, 530-539.

Hrenovic, J., Tibljas, D., Orhan, Y., Buyukgungor, H. 2005. Aluminosilicates as Carriers of Phosphate-accumulating Bacteria, *Water SA*, 31: 261-266.

Kátai, J., Kremper, R., Tállai, M. 2008. The effect of zeolite and bentonite on some soil chemical and microbiological characteristics and on the biomass of the test plant. *Journal Analele Universitaˇii din Oradea*, *Fascicula: Protecţ a Mediului,* 13: 71-79.

Kočí V. 1997. Screening of the effect of several cation form extracts of synthetic zeolite 4A. *Vod. Hospod*., *47*: 213–215.

Montalvo, S., Guerrero, L., Borja R., Sánchez, E., Zhenia Milán Z., Isel Cortés I., Rubia M. 2012. Application of natural zeolites in anaerobic digestion processes: A review, *Applied Clay Science*, 58: 125–133.

Mühlbachová, G., Šimon T. 2003. Effects of zeolite amendment on microbial biomass and respiratory activity in heavy metal contaminated soils. *Plant Soil Environ*., *49*, (12): 536–541.

Oste, L.A., Lexmond T.M., Van Reimsdiik W.H. 2002. Metal Immobilization in Soils Using Syntetic zeolites, *Journal of Environmwntal Quality*, 31: 813-821.

Usman, A., Kuzyakov Y., Stahr K. 2005. Immobilization of Heavy Metals and Microbial Activity in a Sewage Sludge-Contaminated Soil. *Journal of Soil Sediments*, 5 (4): 245-252.

ХАРАКТЕРИСТИКА НА ХУМУСНИ СИСТЕМИ НА ЕСТЕСТВЕНИ И ИЗКУСТВЕНИ ПОДОБРИТЕЛИ НА ПОЧВАТА

Е. Филчева[1], Р. Илиева[2], К. Чакалов[3], Т. Попова[3], В. Савов[4], М. Христова[1], М. Алмалиев[5]

[1]ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, [2]Лесотехнически университет, София, [3]Balkan Plant Sciences Ltd, София, [4]СУ „Св. Кл. Охридски", София, [5]АУ, Пловдив

E-mail: filcheva@itp.bg

CHARACTERIZATION OF HUMIC SYSTEM IN FERTILIZER ROW MATERIALS

Ekaterina Filcheva[1], R. Ilieva[2], K. Chakalov[3], T. Popova[3], V. Savov[4], M. Hristova[1], M. Алмалиев[5]

[1]N. Poushkarov ISSAPP, Sofia, [2]University of Forestry, Sofia, [3]Balkan Plant Science Ltd. Co., Sofia, [4]Sofia University "St. Kliment Ohridski", Sofia, [5]Agricultural University, Plovdiv

Abstract

The aim of the study is to characterize humus system of natural and artificial products.

There are compared humus systems from: Leonardite, produced in a factory, Izmir, Turkey, and biotransformed with *Trichoderma sp*. Lignite (Plantagra) and composts from Bulgaria. Humic systems are characterized with Kononova-Belchikova's method, heavy metals content – AAS.

Humic acids from the IHSS collection are used as standards for humus substances quality of compared products.

Data obtained for Leonardite indicate that studied substances from factory, Izmir, Turkey contain humic acids over 94 %, compared to the standard. Heavy metals content in these materials demonstrate high amounts. Organic carbon content in the composts is very low compared to the Leonardite materials and collection, where the heavy metals content is lower.

Biotransformed Lignite is characterized with lower content of organic carbon, but humic acids are with high degree of humification.

Results, characterized studied humus systems, may use in agriculture based on the high humic acids content. It is recommendable measuring heavy metals content before applying the materials.

Key words: compost, humic acid, Leonardite, Lignite, Sewage Sludge

Увод

Ролята на хумуса в почвите е многообразна. Съдържанието и запасите на азот - един от основните хранителни елементи в почвената система до голяма степен зависи от общото съдържание на органично вещество. Количеството и спецификата на почвеното органично вещество оказват положително влияние върху редица почвени свойства, на първо място върху физичните свойства на почвите и процесите на структурообразуване. Хумусните вещества взаимодействат с минералните колоиди и образуват сложни по своята природа и структура органо-минерални съединения и асоциати, като в резултат на това се променят свойствата на минералните колоиди (подвижност, хидрофилност, пластичност и др.). Съществена е ролята на почвеното

органично вещество за свързване на тежки метали и някои органични замърсители в техногенно замърсени почви.

Намалението на почвеното органично вещество е за сметка на ускорената минерализация на по-лабилните му компоненти при условия на ограничено постъпване на органични материали в почвите. Основни източници за попълване на загубите на органичен въглерод са кореновите и следжътвени остатъци, внасяните органични торове, материали, компости, леонардит, биовъглен и др.

Целта на изследването е да се характеризират хумусните системи на естествени и изкуствени продукти, прилагани в земеделието на Турция и България.

Материал и методи

В изследването са включени различни материали:

- Хумусни вещества от Leonardite, фабрика в Измир, Турция, разтворени в дестилирана вода (1 g в 250 ml);

- Хумусни вещества от Lignite и Биотрансформиран Lignite, произведен в България;

- Компост, съдържащ утайки от ПСОВ (Sewage Sludge), зеолит (Zeolite) и кори (Barks) след 3 месечен период на аеробно компостиране;

- Растителни материали след пиролиза (charcoal);

- Хуминови киселини от колекцията на Международното дружество по хумусни вещества (IHSS), използван като еталон (referent material).

Съдържанието на почвения органичен е определен по модифициран метод на Тюрин (Кононова, 1963; Filcheva and Tsadilas, 2002) (окисление с $K_2Cr_2O_7$ и H_2SO_4 при 125º C, 45 min., в присъствие на катализатор Ag_2SO_4 и обратно титруване с $(NH_4)_2.SO_4$ $FeSO_4$ $6H_2O$ и индикатор фенилантранилова киселина).

Съставът на почвеното органично вещество е определено по метода на Кононова-Белчикова (Кононова, 1963; Filcheva and Tsadilas, 2002). Общото количество на хуминовите и фулвокиеселините (Cextr.) е определено след екстракция със смесен разтвор на 0.1M $Na_4P_2O_7$ and 0.1 M NaOH; "свободните " и свързаните с R_2O_3 хуминови и фулвокиселини (C_{NaOH}) – след екстракция с разтвор на 0.1 M NaOH и най-динамичната, нискомолекулната фракция на ПОВ, така наречената "агресивна" фракция на фулвокиселините – 1ª, екстрахирана с 0.05 M H_2SO_4, при отношение почва:разтвор =1:20 за трите екстракции. Хуминовите киселини в двата екстракта: Cextr. и C_{NaOH}, се отделят чрез подкисляване на разтвора със сярна киселина (0.5 M). Оптичните характеристики (E_4/E_6), показващи степента на кондензация и ароматизация на хуминовите киселини се определя от отношението на оптическата плътност при две дължини на вълната (λ=465 and 665 nm).

Хранителните елементи са определени по конвенционални методи, pH е измерено с pH-meter (Page et al. (eds.), 1982). Тежките метали са измерени с AAS.

Резултати и обсъждане

Получените резултати са представени в следните таблици:

Представените данни в Таблица 1 показват, че pH на препаратите е алкално или силно алкално, характерно за алкалната хидролиза на леонардит. Инструкцията за

ползване предвихда разреждане от 250 до 1000 пъти, при което се стабилизира нормална киселинност на работния разтвор. Общият органичен въглерод на препаратите е по-нисък от този на препарата от колекцията на Международното дружество по хумусни вещества (IHSS) - еталон. Установено е по-висок процент на хуминови киселини в препаратите, произведени в Измир, Турция – 94%, до като еталона съдържа около 87%. Оптичните пхарактеристики (E_4/E_6) са близки до тези на еталона, което е индикатор за средна „зрялост" (Артинова, 2012). Общото съдържание на хранителни елементи е високо, но е негативно по отношение съдържанието на Na (натрият присъства в много от препаратите заради алкалната хидролиза, която често се осъществява както с калиев, така и с натриев хидрооксид).

Таблица 1. Характеристика на хумусни вещества от Leonardite

Хумусни препарати	pH	C,%	ХК, % в препаратите	E_4/E_6	P,%	K,%	Na,%
Combi 2	7.95	24.69	100.00	6.11	0.047	20.24	15.31
Copperzinc Humat	8.30	24.95	93.82	5.81	0.071	19.26	6.15
HoumPhos Dry	8.80	21.73	96.38	5.88	3.471	33.0	2.15
Humix Poweder	8.50	27.88	100.00	6.08	0.072	20.12	2.31
Fer Humate	7.50	25.49	94.90	6.23	0.080	18.40	23.37
Etalon, IHSS	7.60	29.9	86.58	5.89			

Таблица 2. Характеристика на хумусни вещесгва от биотрасформиран Lignite

Биотрансформация с щамове	Общ органичен С	С в пироф. екстракт	Сх	Сф	E_4:E_6
	%				
1. *T.viride* St 4	33.99	19.72 58.02	15.76 46.45	3.96 11.65	7.16
2. *T.viride* - AU	33.35	19.72 59.13	13.94 41.80	5.78 17.33	7.23
3. *T. hsrzianum* St-118	34.00	20.61 60.62	12.63 37.15	7.98 23.47	7.15
4. *T.viride* – BB-100	34.23	21.12 61.70	13.40 39.15	7.72 22,55	7.09
5. *T. hsrzianum* - ABT	33.69	20.00 59.36	14.75 43.78	5.25 15.58	7.64

Данните, представени в Таблица 2 показват напреднал процес на хумусообразуване в биотрансформиран с щамове *T.viride* St 4 and *T. hsrzianum* - ABT. Референтни щамове AU and ABT съдържат хумусни вещества с ниска кондензация и ароматизация, вероятно процесът на биодеградация преобладава и този кратък процес на инокулация е недостатъчен, за да се образуват по-зрели хуминови киселини.

Хумусните вещества от въглища са по-висш стадий на зрелост. Методът на въздействие с микрофунги позволява да се разкъсат веригите и се образуват съединения с висока микробиологична активност (Chakalov, et al. 2012). Хелатираните форми на Cu и Zn съдействат за биодеградацията на Lignite, увеличавайки

фулвокиселините (FA), докато Ca и Mg увеличават съдържанието на хуминовите киселини (HA) до 97-99. 8% (Angelova, et al 2009; 2012).

Разработен е продукт Plantagra – продукт на базата на биотрансформиран с щамове триходерма лигнит (Biotransformed Lignite).

Таблица 3. Характеристика на хранителни елементи, сухо вещество и тежки метали в Plantagra, mg/L

Параметри	Plantagra (*T.harzianume* + *Pseudomonas chlororaphis* + *P. putida.*)
Сухо вещество	15 100
Общ органичен C	5341
Общ N	456.26
P_2O_5	164.00
K_2O	4150
NaO	285.00
CaO	281.61
MgO	50.00
Fe	20.00
Mn	0.27
Cu	0.24
Zn	5.47

Данните представени в Таблица 3 показват, че разработеният продукт представлява качествена добавка поради високото съдържание на въглерод, хранителни елементи и много ниско съдържание на тежки метали.

Полските експерименти с царевични хибриди Кн 435, Кн 509, и Кн М625 с хумусни вещества изведен в института по царевицата, Кнежа в периода 2008-2009. Органичните торове са внесени чрез листно третиране във фаза 8-10 лист. Дозата на внасяне е 50 ml/da за всяко внасяне. При Кн 435 – 800 са изпитани две допълнителни дози - 80 ml/da и 120 ml/da. Резултатите показват, че третирането с Plantagra 1200 ml/ha увеличава добива с 12.27%. Много ясна е тенденцията на увеличение на протеиновото съдържание е в границите от 2.27% до 18.62% на тестваните хибриди (Savov et al. 2009). Третирането на Поинсеция с хумусни вещества от биотрансформиран (Biotransfotmed Lignite) - Plantagra подобрява азотното хранене с карбамид. Повишава се процентът на червените листа и декоративният вид на коледната Звезда става по-добро (Chakalov et al., 2008).

Сравняване на характеристиките на биотрансформиран (Biotransformed) Lignite и Plantagra показват, че органичният въглерод и хуминовите киселини на пирофосфатния извлек преобладават в продукта Plantagra (Таблица 4). Съдържанието на хранителни елементи е близко в двата продукта, тъй като Плантагра се получава чрез екстракция на хумусни субстанции от биотрансформиран лигнит.

Въгленът (Charcoal) е продукт получен от растителна биомаса чрез пиролиза. Основното въздействие на биовъгленът е повишаване на растежа на растенията. намалява газовите емисии, подобрява съхранението на органичния въглерод в стабилни резервоари, намалява почвената киселинност подобрава водозадържащата способност, подобрява нивото на на достъпни хранителни елементи. Продуктът, получен чрез

пиролиза има добри характеристики – подходящо pH, висок процент органичен въглерод и хранителни елементи (Таблица 5).

Таблица 4. Характеристика на биотрансформиран (Biotransformed) Lignite и Plantagra

Параметри	Биотрансформиран (Biotransformed) Lignite	Plantagra* изсушена в пулверационна сушилня
Dry mass.%	59.55	91.90
Total org.C. %	43.13	33.11
C.% in NaOH and $Na_4P_2O_7$	24.59 [a] / 57.01 [b]	26.42 / 79.79
C h.%	19.87 / 46.07	20.01 / 60.43
C f. %	4.72 / 10.94	6.41 / 19.35
N.%	1.46	1.22
P_2O_5. %	0.086	1.46
K_2O. %	0.44	18.03
Na_2O. %	0.20	0.54
CaO. %	5.82	4.58
MgO. %	0.78	0.56
Fe_2O_3. %	1.42	1.01
Al_2O_3. %	2.24	1.43
S. %	1.82	1.43

а - % към сухото вещество; **б** - % към общия въглерод.

Таблица 5. Характеристика на пиролизирани растителни остатъци (char coal)

Substances	pH	C, %	P, %	K, %	Na, %	Cu, mg/kg
Plants. after Pyrolisis	6.5	30.44	0.05	0.25	20	20

Внасянето на компости е подходящ начин за поддържане и увеличаване на почвеното плодородие. В Таблица 6 са представени пет компости получени чрез компостиране на различни материали: Утайка от пречиствателна станция (София, България) - Sludge (SS) богата на органично вещество и хранителни елементи и кори [barks (B)] от иглолистни видове. Тези материали са смесени в различни пропорции и аеробно компостирани в продължение на 3 месеца (Tsadilas et al.. 2000). Най-добри резултати за съдържание на хуминови киселини и оптични характеристики (степен на зрелост на хуминовите киселини HA) се получиха за варианта утайка, зеолит и кори (SS + Z + B). Неутрално pH е подходящо за растежа на растенията, но съдържанието на органичен въглерод и хуминови киселини е по-ниско в сравнение със стандарта и хумусните вещества от Измир, Турция. Хумусните вещества показват по-ниска степен на зрелост. Хумусните вещества са свързани с алкалоземните йони. което има положителен ефект във водно-физичните свойства и намалява риска от износ на мобилни органични субстанции.

Тези варианти бяха използвани за извеждане на съдов опит със замърсена и не замърсена почва. Получените резултати показват подобряване на почвеното плодородие в сравнение с контролния вариант (Tsadilas et al., 2000).

Съдържанието на тежки метали в биотрансформиран Lignite и Plantagra е ниско (Table 7). В някои от хумусните субстанции от фабриката, Измир, Турция съдържат високо съдържание на мед и цинк което е свързано с приложение в земеделието при специални условия. Утайката съдържа високо съдържание на цинк и мед, дължащо се на включване на индустриални води при пречистването. В присъствието на на зеолит и кори, периодът на компостирането, респективно зрелост и дози на приложение позволяват използването им в земеделието.

Таблица 6. Характеристика на компостите след 3-месечно аеробно компостиране

Варианти	pH	C. %	Хуминови киселини.% в компоста	E_4/E_6	K.%	Na.%
Утайка (SS)	6.80	16.08	7.77	8.15	0.043	0.011
Утайка+зеолит (Z)	6.80	13.68	8.19	7.55	0.371	0.050
Утайка +кори (B)	6.80	13.56	7.74	10.43	0.061	0.010
Утайка+зеолит+кори (SS+Z+B)	6.80	12.12	9.24	7.22	0.197	0.029
Утайка+модифициран зеолит+кори (SS+m*Z+B)	6.5	13.86	7.28	12.9	0.480	0.061

*m - модифициран зеолит (Tsadilas et al., 2000).

Таблица 7. Съдържание на тежки метали в хумусните вещества. mg/kg

Хумусни вещества	Cu	Zn	Pb
Combi 2	9 575	14 375	153.0
Copperzinc Humat	10 600	9 375	143.0
HoumPhos Dry	35.00	775	95.0
Humix Poweder	37.50	95.0	20.0
Fer Humate	75.00	323.0	100.0
Биотрансформиран (Biotransformed) Lignite	29.80	53.00	
Plantagra	37.40	66.50	
Утайка от пречиствателна станция (SS)	491	2285	64

Заключение

Приложението на различни хумусни вещества за третиране на почва и растения започва да намира все по-голямо приложение в земеделието през последните години. Характеристиките на продуктите представени в разработката представлява ценна информация за съдържанието и състава на органичното вещество, зрелостта на хумусните вещества, съдържанието на тежки метали. Тази информация е от изключителна важност за приложението на хумусни препарати, количеството и дозите на приложение. Това е важно за производители, за бизнеса, консултантите и ползвателите във връзка с производството, разпространението и приложението на хумусни вещества. В зависимост от целите на фермера може да се избере различен продукт – произведен от Leonardite. Lignite, биовъглен и компост.

Произвежданите в района хумусни субстанции се доближават по качество към изследваните стандарти на IHSS.

Литература

Артинова, Н. (2012). Хумусно състояние на почвите в България. *Почвознание. Агрохимия и екология*, XLVI. 4, 11-53.

Кононова, М. М. (1963). Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. АНСССР, Москва, с. 314.

Angelova, G., K. Chakalov, T. Popova and V. Savov. (2009). Influence of Cu, Mn and Zn concentration on the Biotransformation of Humic Substances of Lignite. In: XI Jubilee Conference with International Participation 120 years university education in biology and 45 years Faculty of biology, „biology traditions and challenges", 27 -29 May, 2009, http://www.diagnosisp.com/dp/journals/view_abstract.php?journal_id=1&archive=0&issue_id=22&article_id=798.

Angelova, G., K. Chakalov, T. Popova and V. Savov. (2012). Modeling of solid-state cultivation of Trichoderma in order to obtain natural substances with high cation-exchange capacity. 15th European Congress on Biotechnology. Istanbul, Turkey, Sept. 23-26, 2012 .

Chakalov, K., T. Popova, V. Savov and G. Angelova. (2008). Influence of Humics Containing Materials on Poinsettia Hydroponics. In Proc.: 14th Meeting of IHSS Perminova T., and N. Kulikova eds. "From molecular understanding to innovative application of humic substances". Moscow-Saint Peterburg. Russia. September 14-19.2008 , vol.2. pp. 627-630.

Chakalov, K., T. Popova, V. Savov and G. Angelova. (2012). Study of Some Physiological Effects of Humic Substances Extracted from Lignite Bio-transformed by *Trichoderma harzianum. Turkey I. National Humic Substance Congress. 06-09 June 2012, Sakarya* 709-717.

Filcheva, E. and C. Tsadilas. (2002). Influence of Cliniptilolite and Compost on Soil Properties. *Commun. of Soil Sci. and Plant Analysis* , v. 33, 3&4. 595-607.

Page, A. L., R. H. Millerand and D. R. Keeney (eds.). (1982). *Methods of Soil Analyses. Chemical and Microbiological Properties.* Part 2. 2nd ed., American Society of Agronomy. Inc.. Soil Science Society of America. Inc., Madison. WI.

Tsadilas, C., S. Rousseva, E. Filcheva, P. Bojinova, V. Samaras, K. Chakalov, G. Petkova, L. Stanislavova, I. Christov, S. Marinova, V. Valev, V. Krasteva, T. Popova and H. Setatou. (2000). Greek-Bulgarian Research Project in Agroecology: Agricultural Use of Sewage Sludge and Its Impact on Physical and Chemical Properties of Soil. *J. Balkan Ecology*. **3**, 2, 9-48.

Savov, V., K. Chakalov, G. Angelova, T. Popova and R. Hristova. (2009). Study of Immobilized Microbial Composition on the Reclamation Process of Heavy Metal Polluted Soils. In: XI Jubilee Conference with International Participation 120 years university education in biology and 45 years Faculty of biology " biology – traditions and challenges". 27 – 29 May. 2009 г. - http://biofac-conference.com

Savov, V., P. Valchinkova, S. Bratkova, G. Angelova T. Popova and K. Chakalov. (2009). Effect of Microbial, Enzyme and Humic Substances on Mineral Nutrition and Grain Quality of Maize Hybrids Kn 509 and Kn M 625 In: XI Jubilee Conference with International Participation 120 years university education in biology and 45 years Faculty of biology "biology – traditions and challenges", 27 – 29 May, 2009 - http://biofac-conference.com

АНАЛИТИЧНА ЗАВИСИМОСТ ЗА ЕНЕРГИЕН ПОКАЗАТЕЛ ЗА ЕНЕРГОРАЗХОД В НАПОРНАТА МРЕЖА ЗА НАПОЯВАНЕ

Румен Гаджев
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: hydroigr@abv.bg

ANALYTICAL DEPENDENCY OF ENERGY FEATURE FOR ENERGY CONSUMPTION OF PIPENET FOR IRRIGATION

Roumen Gadjev
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The main goal of energy efficiency approach is to reduce energy consumption in all production processes and activities, while preserving or enhancing process productivity.

In view of this, it is of basic importance to specify the energy feature for determination of the energy consumption, i.e. analysis of the interaction between functional relations and conditions. This requires, in view of the energy feature, taking into account the influence of the flow quantity and velocity, the diameter and the length of the pipelines and accounting for the pipes' roughness, as well as the viscosity of the water, the hydraulic flow regime and the velocity characteristics of the flow.

For this purpose, the work proposes energy characteristic by considering and analyzing energy consumption in the irrigation piping system. For this reason in the paper is offered initial energy feature in order to determine the energy spent in water feed and distribution in the management of the irrigation piping system.

Key words: pressure flows, energy efficiency, irrigation, regime of flow

Увод

За изясняване и анализиране на проблема за енергията и енергоефективните характеристики при напорни течения в напоителните системи се разглеждат движението на водата и нейните закономерности и условията при които се извършва нейното транспортиране. За тази цел се използват подходи и методи за изследване посредством аналитични зависимости, които изразяват и включват енергоразходни компоненти и показатели.

При движението и транспортирането на водата по дължината на напорен тръбопровод, респ. по дължината на кой да е тръбопровод от тръбната мрежа се изразходва енергия за преодоляване на съпротивления от триене и местни (локални) съпротивления. Тази енергия предопределя в голяма степен енергийната ефективност на тръбната мрежа в напоителните системи.

При напорно течение в кръгла тръба, един кой да е елементарен обем от течението в разглежданата част от напречното сечение, при γ - обемно тегло на водата, има потенциална и кинетична енергия, както следва:

– потенциална енергия - $\frac{P}{\gamma}$, т. е. енергията на движещата се течна елементарна частица с единица тегло, наименована в специализираната л-ра като пиезометричен напор;

– кинетична енергия - $\frac{v^2}{2g}$, където v е скоростта на течението.

Енергията на течението в дадено напречно сечение на тръбопровода за кой да е диаметър, представлява сумата от енергията на всички водни частици в напречното сечение.

Пълната (цялата) енергия на течението което минава (протича) през напречното сечение на тръбата за една секунда е равна на:

$$E_{пъл} = E_П + E_К \quad \textit{или} \quad E_{пъл} = (h + h_V)\,\gamma\,Q = H\,\gamma\,Q\ ,$$

където h е пиезометричен напор; h_V - скоростна височина (скоростен напор);

Q - дебит (водното количество преминаващо през напр. сечение за сек.);

$H = h + h_V$ - пълният напор в разглежданото сечение.

Показателите (хидравличните величини) чрез които се определя големината на притежаваната от течението енергия, когато не са известни, тяхните стойности се установяват чрез директно измерване или аналитични зависимости.

Като подход и метод за изясняване на влиянието на показателите на течението върху енергийните разходи, се разглежда структурата и режима на течението, както и вида и големината на съпротивителните сили на течението. По своя характер тези сили произтичат от вискозитета на водата, от турбулентното триене, от грапавината на тръбните стени, от местни съпротивления и др.

Посредством компонентен метод се разглежда количеството на енергията в зависимост от дължината на тръбопровода, от диаметъра, от скоростта на течението, респ. от дебита и от режима на течението [Гаджев, 2008, 2013; Георгиев,2012; Геренски, 2012].

Влиянието на тези величини е следното:

– с нарастване на дължината количеството на изразходената енергия нараства линейно;

– с увеличаване на диаметъра на тръбопровода количеството на изразходваната енергия на течението намалява;

– с увеличаване на средната скорость на течението (респ. на дебита), количеството на изразходваната енергия нараства, както следва:

– в квадратичната област с квадрата на скоростта, т.е. на водното количество;

– при течения с ламинарен режим разхода на енергия нараства линейно;

– при течения в гладката област и при течения в преходната област с променлива степен на водното количество.

Влиянието на вискозността, респ. на температурата на водата, върху енергията изразходвана за нейното движение, се изразява чрез кинематичния коефициент на вискозитета на водата. При даден тръбопровод (d-const.) и с определен дебит Q,

изразходваната енергия при движението намалява линейно с увеличаване на температурата на водата.

Материал и методи

С промяната на режима на течението настъпва съществена промяна на характера и на изменението на изразходваната енергия. Видимо е от гореизложеното, че разхода на енергия при течение в тръби, респективно в напорна тръбна мрежа, зависи от много показатели. Следва, че може да съществува състояние при което изразходваната енергия на единица отработено (транспортирано и доставено) количество вода да бъде оптимално или минимизирано.

Всички тези влияния, съответно и на режима на течението, се включват и изразяват чрез енергиен показател на течението, което е предмет на настоящата разработка.

В напоителните системи транспортирането на водните маси от водоизточника до поливните полета се извършва посредством тръбна мрежа или открита канална мрежа. В настоящата разработка предмет на разглеждане е енергоразхода при транспортиране на водните количества чрез тръбопроводи или тръбна мрежа, оценяван чрез оразмерителна зависимост на енергийния показател на течението. Този показател се разглежда съобразно условията предопределени от характеристиките на тръбната мрежа или на нейни съставляващи я участъци, както и съобразно изискването на консуматорите за доставка на вода по време и количество, а също и на режима на течението който настъпва при тези условия. Тази съвкупност от фактори оказващи влияние върху транспортирането на водните маси се конструира и обобщава по начин, осигуряващ оптимално транспортиране на водните количества.

Енергоефективното транспортиране на водата се постига чрез използване и управление на влиянието на отделните фактори на въведения от автора енергиен показател - K_E [Гаджев, 2013], който отразява енергията при транспортиране и доставка на водна маса на поливните полета [Гаджев, Геренски, 2014].

За целите на практиката, т.е. за проектирането и експлоатацията е необходимо да се установи стойността, респ. аналитичен израз за определяне на големината (стойността) на енергийния показател съобразно условията които настъпват в практиката при различните режими на теченията, като се отчитат физичните показатели на тръбопроводите и структурните характеристики на течението и на големината на общото (съвкупното) и съставляващите го водни количества.

Резултати и обсъждане

Същност на енергийния показател

Енергийният показател означаван в литературата [Gadjev, 2013] чрез K_E, изразява в настоящата разработка изразходваната енергия при транспортиране на единица водно количество съобразно условията произтичащи от характеристиките на тръбната мрежа и на течението при съответните хидравлични режими на движението на водата.

Известно е, че движението на течностите се извършва с ламинарен и турбулентен режим. От друга страна турбулентния режим има три области – област на

гладките тръби, преходна област и квадратична област. Характеристиките на течението при тези режими и области са различни. В практиката транспортирането на водни количества най-често се извършва при условията на течение с турбулентен режим. С оглед на това е необходимо да се установи за отделните хидравлични режими и области оразмерителните зависимости на енергийния показател.

Определянето на K_E трябва да произтича от хидравличните закономерности на течението. Но зависимостта за K_E не е тъждествена на известните зависимости за загуба на напор, за протичащото водно количество и др. Това е следствие от същността на показателя K_E , а именно, че K_E изразява изразходваната енергия за транспортиране на единица водно количество или водна маса посредством аналитична оразмерителна зависимост отчитаща конкретните условия.

Друга съществена разлика е в това, че за подаваното водно количество на дадено поливно поле, се отчита при какво натоварване на проводящата тръбна мрежа или отделни тръбопроводи се извършва транспортирането на водата. Това дава възможност за подходящ енергоефективен избор на съвместен или индивидуален транспорт на водното количество за разглеждания консуматор.

Енергийният показател отчита при еднакви други условия влиянието и на размера на диаметъра и дължината на проводящата мрежа. С оглед на това, в етапа на проектиране и изграждане, е необходимо да се извършва икономически и стопански анализ и подбор на размерите на проводящата мрежа за осигуряване на ефективен енергиен показател.

При течения с ламинарен режим и при течения в гладки тръби енергийният показател се влияе и от температурата на водата. Това дава възможност за използване на оптимални атмосферни условия или периоди на денонощието за транспортиране на поливните водни количества.

Оразмерителна зависимост на енергийния показател при гладки тръби

Изходните условия за разглеждане на дадения случай са както следва:

1) Изразяване на изразходваната енергия за единица водно количество;

2) Аналитично изразяване на влиянието на хидравличните характеристики и закономерности върху изразходваната енергия при транспортиране на водни количества.

3) Интервал на приложимост за гладката област (област на гладки тръби) при стойности на Рейнолдсовото число:

$$Re > 3550 \qquad (1)$$

При тази изходна основа оразмерителната зависимост на енергийният показател при течение в хидравлично гладката област има вида:

$$K_E = 0{,}2416 \frac{L}{g} \frac{\nu^{0,25}}{d^{4,75}} Q^{0,75} , \qquad (2)$$

Където: Q - общото водно количество в разглеждания тръбен участък в m^3/s;

ν - кинематичен коефициент на вискозитета на водата в m^2/s; d - диаметър на тръбопровода в m; L – дължина на разглеждания тръбопровод или тръбен участък в m.

Изразходваната енергия за време T и дължина L на тръбопровода при транспортиране на водно количество $Q_{пi}$ по заявка за поливно поле $П_i$ е:

$$W_{E\,i} = K_{E\,i}\, Q_{пi}\, T \qquad (3)$$

или

$$W_{E\,i} = K_{E\,i}\, \alpha_i\, Q_{ОБ}\, T \qquad (3')$$

Където $\alpha_i = \frac{Q_{Пi}}{Q_{ОБ}}$ е относителният размер на $Q_{пi}$; $Q_{ОБ}$ - общото водно количество в разглеждания тръбопровод.

Оразмерителна зависимост на енергиен показател при квадратичен режим

При течения от квадратичната област движението на течностите зависи от диаметъра на тръбопровода, относителната грапавина и скоростта, респ. от големината на провежданото водно количество. Като се вземат впредвид тези изходни характеристики, а също и изискванията посочени по-горе, за определяне на стойността на енергийния показател се получава зависимостта:

$$K_E = A \frac{L}{g} \frac{Q_{об}}{d^5}\,, \qquad (4)$$

Където $A = \frac{0{,}25}{\lg\left(\frac{3{,}7}{\Delta} d\right)^2} \frac{1}{1{,}232}$;

K_E – енергиен показел за течения с квадратичен режим; $\frac{\Delta}{d}$ - относителна грапавина на тръбопровода; L - дължина на тръбопровода в m.

При поредица от тръбни участъци през които преминава водно количество $Q_{пi}$ на поливно поле $П_i$, разхода на енергия за транспортиране на $Q_{пi}$ по дължината на "n" броя тръбни участъци се определя по формулата:

$$W_E = (K_{E1} + K_{E2} + ... + K_{E\,n})\, Q_{п\,i}\, T_i\,, \qquad (5)$$

където K_E е енергиен показател на тръбен участък „i". Този показател отчита влиянието на дължината, на диаметъра и на относителната грапавина на съответния тръбен участък, а също и влиянието на общото водно количество в този участък.

На практика може да се оптимизира натоварването на отделните участъци от тръбната мрежа за получаване на оптимален разход на W_E.

Оразмерителна зависимост на енергиен показател при ламинарен режим

По изложения по-горе метод за течения с ламинарен режим се получава:

$$K_E = 40{,}76 \frac{\nu}{g} \frac{L}{d^4} \qquad (6)$$

Където: ν - кинематичен коефициент на вискозитета на водата в m^2/s;

d - диаметър на тръбопровода в m;

L – дължина на разглеждания тръбопровод или тръбен участък в m.

Установява се, че при ламинарен режим изразходваната енергия за единица водно количество, респ. енергийния показател, не зависи от общото водно количество в разглеждания тръбопровод, респ. от съвместното му транспортиране с други водни количества.

Изводи

Установено е, че енергоразхода при транспортиране на водни количества чрез тръбопроводи или тръбна мрежа от водоизточник до поливните полета зависи от различни фактори. Въз основа на извършения анализ тези фактори произтичат от хидравличните и физични показатели и характеристиките на тръбната мрежа, съответно на тръбите и участъците от напорната мрежа. Това са:

– геометричните характеристики на напоителната тръбна мрежа – дължина и диаметър на отделните тръбопроводи и тръбни участъци;

– характеристика на дадена тръба – гладка или грапава;

– размера на вътрешната относителна грапавина на тръбите;

– хидравличните показатели – размера на общото водно количество в разглеждания тръбопровод или тръбен участък, размера на отделните водни количества, предназначени за отделни полета, транспортирани съвместно и съставляващи общото водно количество в съответен тръбен участък;

– хидравличните закономерности на течението при които се извършва транспортиране на разглежданото водно количество;

– режима на течението при конкретните условия.

Съвкупното влияние на физичните и хидравлични фактори върху разхода на енергия за транспортиране на единица водно количество, т.е. върху големината (стойността) на енергийния показател, по изследване на Автора, може да се изрази чрез обща аналитична зависимост, която е функция на посочените геометрични и хидравлични показатели. Същата за целите на практиката представлява оразмерителна зависимост за стойността на енергийния показател.

За определяне на стойността на енергийния показател по отношение на режима на течението са установени оразмерителни зависимости:

– за течение с турбулентен режим от гладката област – форм. (2);

– за течение с турбулентен режим от квадратичната област – форм. (4);

– за течение с ламинарен режим – форм. (6).

При даден режим на течение показателите на течението участващи в предложените оразмерителни формули, имат различно влияние върху разхода на енергия. Това дава възможност за избор на енергоефективни физични показатели и хидравлични характеристики.

Литература

Гаджев, Р. (2013) Изходни енергоефективни характеристики на напорната мрежа при напояване, Сб.докл. междун. конф. ЕЕ&АЕ, “Енергийна ефективност и агроинженерство”, 525-531, РУ ”Анг. Кънчев”, 17-18 май, Русе.

Gadjev, R. (2013) Water transport energy feature for pressure flows In irrigation, Proceeding of 5-th Intern. confer. EE&AE, "Energy efficiency and agricultural engineering", p.379-383, May 17-18, Rouse Univers., Rouse, BG.

Гаджев, Р., Й. Геренски. (2014) Енергийна ефективност при разпределение на водата в напорната мрежа на напоителните системи, Юбил. междун. конф. „65 г. ХТФ", УАСГ-Годишник, т. XLVII, 6-7 ноември, София.

Гаджев, Р. (2008) Влияние на пулсационното и осреднено движение върху коефициента на съпротивление при течения в гладки тръби, сп. Селскостопанска техника, бр.1, ССА, София.

Георгиев, Д. (2012) Оптимизиране на големината на работния напор при капковите системи при различни наклони, Сб. докл. юбилейна междун. конфер. „70 г. УАСГ", св.3, УАСГ, 15-17 ноември, София.

Геренски, Й. (2012) Изследване на пропускната способност на основни мембранни вентили, Сб. докл. юбилейна междун. конфер. „70 г. УАСГ", св.3, УАСГ, 15-17 ноември, София.

Давидов, К. (2003) Относно ефективността в напоителните системи на България, Селскостопанска техника, бр.5-6, ССА, София.

Lencastre, A. (1969) Manuel d'hydraulique generale, Eurolles, Paris.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАЗХОДА НА ЕНЕРГИЯ И НАВЛАЖНЕНАТА ПЛОЩ ПРИ КАПКООБРАЗУВАТЕЛИ С РАЗЛИЧЕН ДЕБИТ

Д. Георгиев, Й. Геринski
УАСГ, Катедра „Хидромелиорации", София
E-mail: georgiev_f@abv.bg

STUDY OF THE ENERGY CONSUMPTION AND THE WETTED AREA USING DRIPPERS WITH DIFFERENT FLOW RATE

D. Georgiev, Y. Gerinski
UACEG, Faculty of Hydraulic Engineering, Sofia

Abstract

The percentage of wetted area under drip irrigation is an important indicator and it largely affects the development and the stable yields of crops. All this is connected on one side to the area occupied by the root system of these crops, and on the other side with the number of drip heads, the volume of water delivered and its flow rate. Having in mind that many companies offer series of similar drippers with different flow rates and existing literature data on the percentage of wetted area at different flow rates and soil types, the report studies the energy consumption in various cases, which is an essential part of operating costs.

***Key words*:** irrigation systems, drip irrigation, micro irrigation, optimization of irrigation systems, uniformity of distribution of the flow rate

Увод

Процентът на навлажнената площ при капково напояване е важен показател и от него в голяма степен зависи развитието и получаването на устойчиви добиви от селскостопанските култури. Този процент е свързан от една страна с площта заета от кореновата система на тези култури, вида на почвите, както и с броя на капкообразувателите, подадения обем вода и интензивността на водоподаване, т. е. дебита на дюзите. Засега няма изследвания за оптималния процент на навлажняване, но съществуват данни [Белчев 1979] които показват, че при навлажняване на 50 % от площта в която са разположени корените на растенията, то транспирацията спада до 88 %, без при това да се нарушава нормалното им развитие, и че при навлажняване на по-малко от 1/3 от площта на кореновата система, то транспирацията значително намалява и прави напояването безпредметно.

Материал и методи

В литературата съществуват данни за диаметъра на навлажнената площ при подаване на определен обем вода при различните видове почви, но относно дебитът на водоподаване съществуват оскъдни данни, както и методични указания. Същевременно следва да се отбележи, че дебитът на капкообразувателите е важен показател при

формирането на големината на площта за навлажняване, от когото зависят и разстоянията между дюзите и крилата при различните видове почви и култури. В литературата, от проведени изследвания в чужбина [Keller, I, 1974] съществуват данни за процента на навлажняване от поливни крила с непрекъсната схема на навлажняване при различен дебит и вид почви (таблица 1), които данни са заложени в методичните указания за проектиране на капкови системи [Водпроект, 1983]. Успоредно с това следва да се отбележи, че на пазара много фирми предлагат серия от еднотипни капкообразуватели с различен по големина дебит, най-често вградени в поливни крила с еднакъв диаметър.

За инженера хидромелиоратор, проектанта и експлоататора на тези системи възниква въпроса: ако трябва да осигурим определен и заложен в заданието процент на навлажняване, т.е. във всеки конкретен случай, при определен вид почви и култура - определена и зададена площ за навлажняване, как различният дебит на тези дюзи ще се отрази върху експлоатационните разходи, и най-вече на разхода на енергия за получаване на единица навлажнена площ, респективно на един процент от тази площ, като се имат предвид експерименталните данни в таблица 1. Освен това, при известна връзка между процента на навлажняване и добива при дадена култура би могло да състави и реши оптимизационна задача за получаването на максимален допълнителен чист доход от напояването. Безспорен е фактът, че при реализиране на поливки с по-голям дебит ще се подобри организацията на полив, изразявайки се най-вече в разполагането на по-голямо неполивно технологично (свободно) време, което е свързано от друга страна и с други експлоатационни предимства. Но как това ще се отрази на разхода на енергия за навлажняването на единица площ.

Резултати и обсъждане

За да направим това изследване нека да вземем като пример серията от еднотипни капкообразуватели примерно на гръцката фирма EURODRIP, като разгледаме серията еднотипни дюзи (крила) – **GR 16**. Предлагат се капкообразуватели с четири модификации - с номинален дебит 1.7, 2.2, 4.2 и 7.5 *l/h* при напор 10 m, като същевременно за целите на проектирането и изследването са представени и съответните стойности на параметрите на ключовата крива – коефициента на пропорционалност *K* и степенния показател на *X*. За целта нека направим това изследване при три различни разстояния между поливните крила от таблицата – през 1 *m*, през 2 *m* и през 3 *m,* и различен дебит на дюзите. Тъй като някои от дебитите в таблицата незначително се различават от дебитите на дюзите **GR 16**, то коректно е да бъде направена и сравнителнано малка интерполация между табличните данни. За базова еденица за изследване нека вземем напоявана площ с големина 1 *da*, с глинесто песъчливи почви (ГП) в която ще разположим поливните крила (ПТ). В такъв случай полученият брой на дюзите в тази единица площ, препоръчваните разстояния между дюзите и процента на навлажняване са представени в табл. 2.

Таблица 1. Определяне на водното количество и разстоянието между капкообразувателите за достигане на необходимия процент на навлажняване

Разстояние между крилата, *m*	Водно количество на капкообразувателите, *l/h*														
	по-малко от 1.5			2			4			8			по-голямо от 12		
	Разстояние между капкообразувателите при песъчливи (П), глинесто-песъчливи (ГП) и глинести (Г) почви, *m*														
	П 0,2	**ГП 0,5**	**Г 0,9**	**П 0.3**	**ГП 0,7**	**Г 1,0**	**П 0,6**	**ГП 1,0**	**Г 1,3**	**П 1,0**	**ГП 1,3**	**Г 1,7**	**П 1,3**	**ГП 1,6**	**Г 2,0**
0.8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.0	33	70	100	40	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.2	25	58	92	33	67	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	100	100	100	100	100	100
2.0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2.5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3.0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3.5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4.0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4.5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5.0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6.0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

Ако приемем, че при една поливка ще се подаде поливна норма ***m*** в m^3/da, то времето за реализиране на тази поливка t_n ще получим по формулата

$$t_n = \frac{m.1000}{q_k.n} \ [h], \qquad (1)$$

където *n* представлява броя на дюзите в 1 *da;*

$q_к$ - дебитът на капкообразувателите в *l/h.*

Разходът на енергия *E* за реализиране на зададената поливна норма *m* в киловати можем да изчислим по формулата:

$$E = 9.81.n.\ q_k.\frac{1}{3600000}\cdot\ H.\ t_m,\ [kwh], \qquad (2)$$

където *H* представлява работния напор на капкообразувателите за подаване на заложените дебити за капково напояване – 10 *m.*

Тъй като по своята физическа същност разходът на енергия в разгледаните вариантни случаи представлява работата необходима за изкачването на един и същи обем вода *m* на еднаква височина (кота), то това показва, че и количеството на изразходваната енергия е ще бъде едно и също за тази единица площ в различните случаи, и ще бъде

$$E = 0.0272 \ .\mathrm{m} \quad [\mathrm{kwh}] \qquad (3)$$

Таблица 2. Технологични параметри на работа на поливни крила със серия еднотипни капкообразуватели GR 16 в 1 декар, при глинесто-песъчливи почви (ГП)

Дебит на капкообразу-ватлите, q_k, *l/h*	Параметри на работа	Разстояние между поливните крила, *m*		
		1	2	3
1.7	разстояние между капкообр., *m*	0.58	0.58	0.58
	процент на навл. площ, *%*	74	37	24
	брой дюзи на *da, n*	1552	863	517
2.2	разстояние между капкообр., *m*	0.73	0.73	0.73
	процент на навл. площ, *%*	84	42	27
	брой дюзи на *da, n*	1233	686	411
2	разстояние между капкообр., *m*	1.02	1.02	1.02
	процент на навл. площ, *%*	100	61	42
	брой дюзи на *da, n*	882	418	294
7.5	разстояние между капкообр., *m*	1.26	1.26	1.26
	процент на навл. площ, *%*	100	77	51
	брой дюзи на *da, n*	брой дюзи на *da, n*	714	398

Това лесно се доказва и по изчислителен път и показва, че в случая за подаването на 1 метър кубичен вода се изразходват 27.2 W енергия. От това следва, че знаейки процентът на навлажняване при различните варианти на дебити и разстояние между крилата, дадени в табл. 1, можем да получим и изразходваната енергия за навлажняването на 1% от тази площ - табл. 3, което представлява един немаловажен показател, показващ доколко рентабилно и рационално се използва вложената енергия в тези случаи, и доколко тя би се отразила по косвен път върху добива, ако е представена връзката между

навлажнената площ и добива от агрономите-специалисти в областта на капковото напояване.

Ако се разгледат по-подробно хидравличните процеси, то коректно е и следва да се отбележи, че в много малка степен разходът на енергия ще е по-голям при дюзите с по-голям дебит в сравнение с дюзите с по-малък дебит поради това, че хидравличните загуби в поливните крила ще бъдат малко по-големи, но това е несъществено и не е предмет на този доклад. време, което изследване също не е предмет на този доклад.

Таблица 3. Разход на енергия във ватове (W) за навлажняване на 1% от площта за напояване в зависимост от поливната норма m в метра кубически, дебита на капкообразувателите и разстоянието между поливните крила

Дебит на капко-образувателите, q_k, l/h	Разстояние между поливните крила, *m*		
	1	2	3
1.7	0.37. m	0.73. m	1.13. m
2.2	0.32. m	0.64. m	1.0. m
4.2	0.27. m	0.44. m	0.65. m
7.5	0.27. m	0.35. m	0.53. m

Също така следва да се отбележи, че ако при експлоатацията, а също така и при проектирането на тези системи ако от организационна гледна точка се приеме ограничено време за полив на тази единица площ т.е $t_n = const.$, при една и съща поливна норма, то лесно се доказва, че разходът на енергия ще бъде по-голям при използването на дюзи с по-малък дебит. Причина за това е необходимостта от увеличаване на работния напор, респективно дебита, за реализирането на полива в това фиксирано.

Изводи

При едно и също разстояние между ПТ разходът на енергия за навлажняване на 1% от площта (единица площ) намалява с увеличаване на работния дебит на капкообразувателите, и това намаляване е по-силно изразено с увеличаването на разстоянието между поливните крила, т.е. ако няма други ограничения то за предпочитане е използване на капкообразуватели с по-голям дебит.

При един и същ работен дебит с увеличаването на разстоянието между поливните крила се увеличава и разходът на енергия за навлажняването на единица площ, което е от значение, особено при капково напояване на царевица, слънчоглед и др. култури с негнездова схема на засаждане, но същевременно пък се намалява броя на крилата в единица площ, което представлява една оптимизационна задача.

Този разход на енергия като цяло за поливния сезон не зависи от реализираната големина на поливната норма, т.е. дали поливките ще бъдат повече на брой с по-малки дози или обратното – по-малко но с по големи норми.

Данните от таблица 3 могат да се използват и при планиране на необходимата енергия при захранване на напояваната площ с нетрадиционни източници – соларни панели, дизелови агрегати и вятърни мощности.

Литература

Белчев, И., Ст. Иванов, Пл. Петков. (1979). Капково напояване. Земиздат, С.

Гаджев, Р. (2013). Изходни енергоефективни характеристики на напорната мрежа при напояване, Сб. докл. 5-та межд. научна конф. “Енергийна ефективност и агроинженерство”, РУ”Анг.Кънчев”, 17-18 май, Русе.

Ръководство за проектиране на напоителни полета, том III – капково напояване. ИПП „Водпроект”, кн. 37.

Bucks, D. A. and E. Myers. (1973). Trickle Irrigtion Uniformiti from Simple Emitters. Transaction of the ASAE, vol.16, № 6, St. Joseph, Micigan.

Keller, I. and D. Karmeli. (1974). Tricle Irrigation Design. California.

НЯКОИ АСПЕКТИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕТО НА КАПКОВИ НАПОИТЕЛНИ СИСТЕМИ СЪС САМОРЕГУЛИРАЩИ СЕ КАПКООБРАЗУВАТЕЛИ

Д. Георгиев, Й. Геринski
УАСГ, Катедра „Хидромелиорации", София
E-mail: georgiev_f@abv.bg

CERTAIN ASPECTS OF THE DESIGNING PROCES OF DRIP IRRIGATION SYSTEMS WITH SELF-COMPENSATING DRIPPERS

D. Georgiev, Y. Gerinski
UACEG, Faculty of Hydraulic Engineering, Sofia

Abstract

The report deals with issues arising in the design process of drip irrigation systems with self-compensating drippers. The emphasis is on determining the parameters of the batteries along with the uniformity of distribution of the irrigation norm. Depending on the water supply of the irrigation fields, specific details concerning the design process of drip irrigation systems with self-compensating drippers are pointed out.

***Key words*:** irrigation systems, drip irrigation, micro irrigation, optimization of irrigation systems, uniformity of distribution of the flow rate

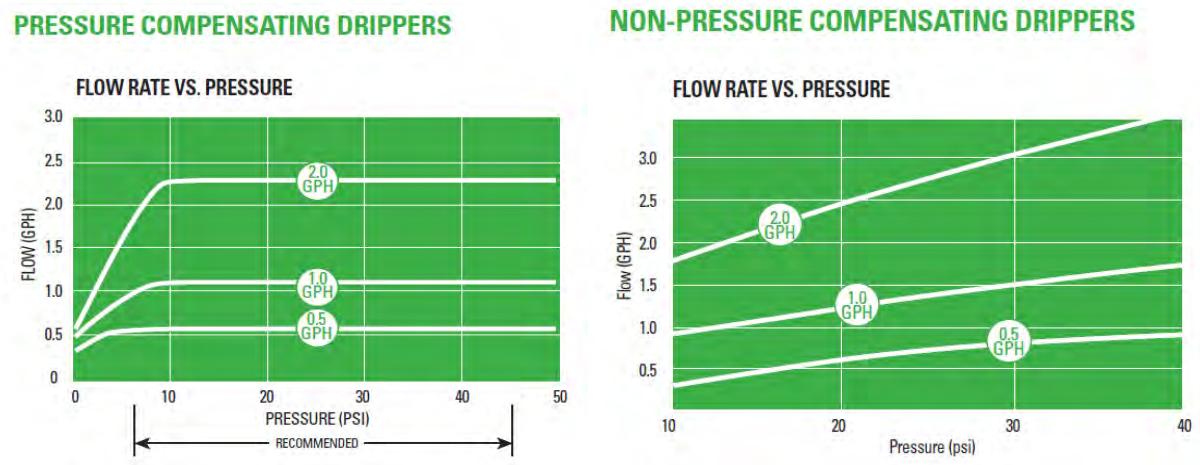
Увод

През последните няколко десетилетия капковото напояване се прилага широко при различни селскостопански култури, като се наблюдава тенденция за все по-често използване на саморегулиращи се капкообразуватели. Това се благоприятства от относителното намаление на цената на този вид капкообразуватели в сравнение с класическите. Цената им преди 2 десетилетия беше около два пъти по-висока от тази на нерегулиращите. Понастоящем е спаднала до нива 1,2 до 1,5 пъти по-висока от тази обикновените. Използването на саморегулиращи се капкообразуватели улеснява експлоатацията и проектирането на системите за микронапояване, но приложението им е свързано с известни особености, които е добре да бъдат отчетени при проектирането, като се цели получаването на икономически ефективна система.

Материали и методи

Разстоянието между саморегулиращите се капкообразуватели се определя по същия метод, както при обикновените. Съществената разлика при проектирането е в хидравличното оразмеряване на системата. Основно звено в капковите системи е поливната батерия, включваща определен брой поливни тръбопроводи ПТ, захранвани едновременно от един разпределителен тръбопровод РТ. Главната задача при

оразмеряването е определянето на размерите на поливната батерия, при които ще се задоволят нуждите от вода на растенията и едновременно се получава най-икономично решение. Като основен критерий за определянето размерите на поливните батерии служи изискването за равномерно разпределение на подаваната вода във всички точки на напоявания площ. Неравномерността в системата се обуславя от разликата в наляганията в следствие хидравлични загуби и денивелацията на терена. Съгласно [Водпроект 1983] допустимата неравномерност $p_н$ в изтичащото водно количество от едновременно работещите капкообразуватели е до 10% при наклон на терена $i_{ПТ} \leq 5\%$ и до 20% при $i_{ПТ} \geq 5\%$. Горното изискване е необходимо да бъде спазено и при проектиране на системи със саморегулиращи се капкообразуватели, но методиката за оразмеряване предложена от [Водпроект 1983] не може да бъде приложена при тях директно, тъй като има някои особености. Най-съществената разлика между обикновените и саморегулиращите се капкообразуватели е във вида на ключовите им криви. Това са експериментално получени зависимости между напора H протичащия дебит q_k през капкообразувателите. При обикновените подаваният дебит се изменя в зависимост от действащия напор, докато при саморегулиращите се дебитът е константен или слабо изменящ се в определен диапазон на напора (най-често между 5 и 45 m). Именно в този диапазон капкообразувателят регулира дебита, т.е. има поведението на автоматично устройство ограничаващо дебита. Ключови криви на обикновени и саморегулиращи се капкообразуватели са представени на фиг.1.



а) Саморегулиращи се капкообразуватели б) Обикновени капкообразуватели

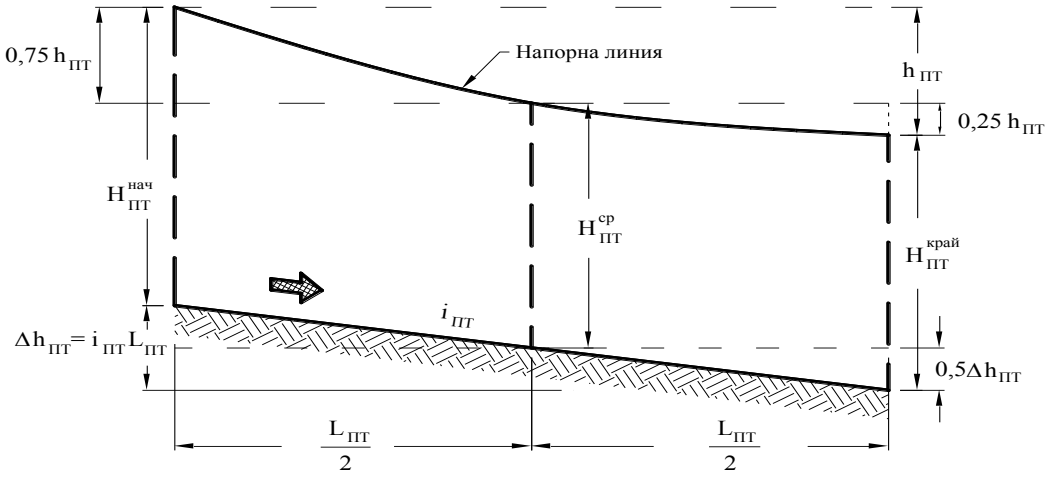
Фиг. 1.

За оразмеряване на поливната батерия, по метода предложен от [Водпроект 1983] се изчислява допустимата разлика в сборните напори на капкообразувателите в рамките на поливната батерия:

$$\Delta H_{Б}^{доп} = H_k^{\max} - H_k^{\min} = \Delta H_{ПТ}^{доп} + \Delta H_{РТ}^{доп} \qquad (1)$$

Във формула (1) $H_k^{\max}$ и $H_k^{\min}$ са минималният и максималният напор на капкообразувателите, определени от ключовата крива за минималният и максималният им дебит $q_k^{\min}$ и $q_k^{\max}$, изчислени чрез допустимата неравномерност $p_н$, а $\Delta H_{РТ}^{доп}$ и $\Delta H_{ПТ}^{доп}$ са разликите в напорите съответно в РТ и ПТ. Съотношението между тях $\Delta H_{РТ}^{доп} : \Delta H_{ПТ}^{доп}$ в литературата се препоръчва да бъде от 4,5 : 5,5 до 3:7 при използване обикновени капкообразуватели. При саморегулиращи се капкообразуватели това отношение може и да бъде друго, а оптимизирането му е задача на допълнителни изследвания, които не са предмет на настоящата разработка. Използването на формула (1) при системи със саморегулиращи се капкообразуватели води до висока стойност на $\Delta H_{Б}^{доп}$, приблизително равна на големината на регулируемия диапазон на капкообразувателите, в резултат на което се получават големи размери на батериите. Това на пръв поглед е икономично решение, тъй като при по-големи батерии се намалява общия им брой в напоителното поле и следователно се намаляват и разходите за изграждане на тръбната мрежа. Този подход дава добри резултати при саморегулиращи се капкообразуватели, вградени в тънкостенни едносезонни шлаухи, имащи тесен диапазон на регулиране. При многосезонните капкови шлаухи, които са и по-дебелостенни с по-висока якост този начин на определяне на $\Delta H_{Б}^{доп}$ не може да се приложи успешно, тъй като при използването на пълния работен диапазон на саморегулиращите се капкообразуватели се завишава значително свободния напор в началото на батериите на 40 до 45 m. При обикновени капкообразуватели той е в границите от 12 до 15 m, а това би завишило разходите за ел. енергия на системата при помпено водоподаване. От техническа гледна точка скоростите в началото на поливните и разпределителни тръбопроводи оразмерени по този начин биха били недопустимо високи съгласно [Водпроект, 1991]. Ето защо е необходимо да се предложи методика за оразмеряване на поливните батерии при проектирането на капкови системи със саморегулиращи се капкообразуватели при многосезонните поливни крила.

Целта на хидравличното оразмеряване на ПТ е да се определи дължината им $L_{ПТ}$ така, че допустимата разлика на напор в ПТ $\Delta H_{Б}^{доп}$ да бъде в границите на регулируемия диапазон на капкообразувателите и скоростите в началото му да са по-малки от максимално допустимите съгласно нормите за проектиране. Хидравличната оразмерителна схема на ПТ разположени по наклона и срещу наклона на терена са показани на фиг.2 и фиг. 3. На тези фигури с $h_{ПТ}$ са означени загубите на напор в ПТ, а с $H_{ПТ}^{нач}$, $H_{ПТ}^{ср}$ и $H_{ПТ}^{кр}$ са означени съответно напорите в началото, средата и края на му.

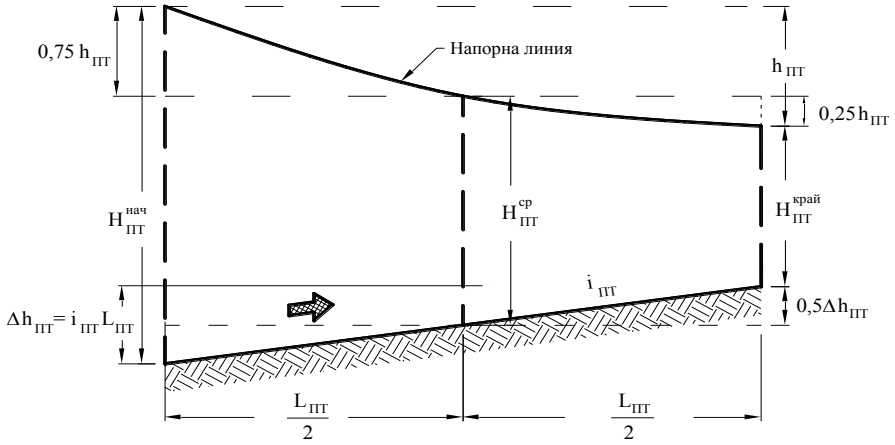


Фиг. 2.

ПТ представлява тръбопровод с равномерно отдаване на вода по дължината му с преминаване от турбулентен към ламинарен режим [Gadjev 2012]. Загубите на напор в ПТ $h_{ПТ}$ могат да се изчислят по някои от известните в литературата формули, като например:

$$h_{ПТ} = k1{,}05.10^6 \frac{Q_{ПТ}^{1,774}}{d_0^{4,774}} L_{ПТ}.F \qquad (2)$$

В формула (2) F е коефициентът на Christiansen, отчитащ намаляването на загубите на напор в следствие на спадащия дебит, d_0 е вътрешния диаметър на крилото, $Q_{ПТ}$ е дебита в Пт, а k е коефициент отчитащ и местните загуби на напор и се приема в границите k=1,15÷1,2.



Фиг. 3.

Съгласно ***фиг. 2*** за ПТ разположен по наклона на терена можем да напишем следните уравнения за свободните напори в началото и края му:

$$H_{ПТ}^{нач} = H_{ПТ}^{ср} + 0{,}75h_{ПТ} - 0{,}5\Delta h_{ПТ}\text{, m} \qquad (3)$$

$$H_{ПТ}^{нач} = H_{ПТ}^{ср} - 0{,}25h_{ПТ} + 0{,}5\Delta h_{ПТ}\text{, m} \qquad (4)$$

Минималният напор $H_{ПТ}^{\min}$ в ПТ разположен по наклона на терена може да бъде един от трите $H_{ПТ}^{нач}$, $H_{ПТ}^{ср}$ или $H_{ПТ}^{кр}$, докато при ПТ срещу наклона той е еднозначно определен и $H_{ПТ}^{\min} = H_{ПТ}^{край}$. При ПТ по наклона на терена са възможни три случая и те зависят от големината на наклона на терена $i_{ПТ}$ и дебита $Q_{ПТ.}$ Зоните на валидност на тези случаи се определят от формули (3) и (4), като загубите на напор в ПТ $h_{ПТ}$ се представят във вида $h_{ПТ} = AL_{ПТ}$. В този израз $A = k1{,}05.10^6 \dfrac{Q_{ПТ}^{1{,}774}}{d_0^{4{,}774}} F$ е безразмерна величина зависеща само от $Q_{ПТ,}$ тъй като всички други величини са константи, а F се изменя в много тесни граници и също може да се приеме за константа. Като заместим $\Delta h_{ПТ}=i_{ПТ}L_{ПТ}$ и $h_{ПТ} = AL_{ПТ}$ във формули (3) и (4) се получават уравненията:

$$H_{ПТ}^{нач} = H_{ПТ}^{ср} + 0{,}75AL_{ПТ} - 0{,}5i_{ПТ}L_{ПТ} = H_{ПТ}^{ср} + (0{,}75A - 0{,}5i_{ПТ})L_{ПТ}\text{, m} \qquad (5)$$

$$H_{ПТ}^{край} = H_{ПТ}^{ср} - 0{,}25AL_{ПТ} + 0{,}5i_{ПТ}L_{ПТ} = H_{ПТ}^{ср} + (0{,}5i_{ПТ} - 0{,}25A)L_{ПТ}\text{, } \mathbf{m} \qquad (6)$$

От анализа на уравнение (5) се извежда условието $H_{ПТ}^{нач} > \Delta H_{ПТ}^{ср}$ когато $i_{ПТ}<1{,}5A$, от уравнение (6) $H_{ПТ}^{край} > \Delta H_{ПТ}^{ср}$ когато $i_{ПТ}>0{,}5A.$ Като се извади от уравнение (5) уравние (6) се получава израза $H_{ПТ}^{нач} - H_{ПТ}^{край} = AL_{ПТ} - i_{ПТ}L_{ПТ} = (A - i_{ПТ})L_{ПТ}$ и от него условието $i_{ПТ}>A$ когато $H_{ПТ}^{край} > \Delta H_{ПТ}^{нач}$. От горните неравенства става ясно, че се разграничават 4 случая за местоположението на минималния напор в ПТ:

- Случай I: При $i_{ПТ}<0{,}5A$ тогава $H_{ПТ}^{нач} > \Delta H_{ПТ}^{ср} \geq H_{ПТ}^{край}$ или $H_{ПТ}^{\min} = H_{ПТ}^{край}$;
- Случай II: При $0{,}5A<i_{ПТ}<A$ тогава $H_{ПТ}^{нач} > \Delta H_{ПТ}^{край} \geq H_{ПТ}^{ср}$ или $H_{ПТ}^{\min} = H_{ПТ}^{ср}$;
- Случай III: При $A<i_{ПТ}<1{,}5A$ $H_{ПТ}^{край} > \Delta H_{ПТ}^{нач} \geq H_{ПТ}^{ср}$ или $H_{ПТ}^{\min} = H_{ПТ}^{ср}$;
- Случай IV: При $i_{ПТ}>1{,}5A$ $H_{ПТ}^{край} > \Delta H_{ПТ}^{ср} \geq H_{ПТ}^{нач}$ или $H_{ПТ}^{\min} = H_{ПТ}^{нач}$.

Съобразно горните 4 случая се предлага методика за оразмеряване на ПТ и РТ със саморегулиращи се капкообразуватели, описваща се в следната последователност:

1. Избира се тип саморегулиращ се капкообразувател с дебит q_k [l/s] с вътрешен диаметър на ПТ d_0 [mm]. Определя се разтоянието между капкообразувателите l_k съобразно почвения тип и дебита q_k, както при обикновенните капкообразуватели;

2. Изчислява се максималния допустим дебит в началото на ПТ по формулата: $Q_{ПТ}^{\max} = \pi \frac{d_0^2}{4} v_{ПТ}^{\max}$ [l/s], където $v_{ПТ}^{\max} = 1{,}8$ m/s е максималната допустима скорост в ПТ отчетена от [Водпроект, 1991] за тръбопрводи с диаметър под 100 mm;

3. Определя се максималната дължина $L_{ПТ}^{\max}$ на ПТ от израза $L_{ПТ}^{\max} = \frac{Q_{ПТ}^{\max}}{q_k} 3600 l_k$ [m];

4. Изчисляват се загубите на напор в ПТ по $h_{ПТ} = k 1{,}05.10^6 \frac{\left(Q_{ПТ}^{\max}\right)^{1,774}}{d_0^{4,774}} L_{ПТ}.F = A_{\max} L_{ПТ}^{\max}$, като за F може да се приеме стойност $F \approx 0{,}35$;

5. Сравнява се $i_{ПТ}$ с изчислената стойност на A_{max} , установява се в кой случай попада и така се определя местоположението на минималния напор $H_{ПТ}^{\min}$ в ПТ;

6. Изчисляват се напорите $H_{ПТ}^{нач}$, $H_{ПТ}^{ср}$ или $H_{ПТ}^{кр}$ чрез зависимости (5) и (6), като за трето уравнение се използва $H_{ПТ}^{\min} = H_{к}^{\min}$, където $H_{к}^{\min}$ е минималният напор на регулируемият диапазон на капкообразувателя, отчетен от ключовата му крива. За повечето капкообразуватели $H_{к}^{\min} = 5 \div 7$ m. С приемането $H_{ПТ}^{\min} = H_{к}^{\min}$ се постига поддържане на ниска напорна линия в ПТ. Проверява се условието напорите $H_{ПТ}^{нач}$, $H_{ПТ}^{ср}$ и $H_{ПТ}^{кр}$ да не надвишават $H_{k}^{\max}$ и ако не е изпълнено се търси по итеративен път по-малка дължина $L_{ПТ}$ на ПТ, при която това условие е изпълнено;

7. Изчислява се максималната разлика в напорите в ПТ в зависимост от случая:
За Случай I: $\Delta H_{ПТ}^{\max} = H_{ПТ}^{нач} - H_{ПТ}^{край}$, за Случай II: $\Delta H_{ПТ}^{\max} = H_{ПТ}^{нач} - H_{ПТ}^{ср}$, за Случай III: $\Delta H_{ПТ}^{\max} = H_{ПТ}^{край} - H_{ПТ}^{ср}$ и за Случай IV: $\Delta H_{ПТ}^{\max} = H_{ПТ}^{край} - H_{ПТ}^{нач}$. Извършва се проверка на условието $\Delta H_{ПТ}^{\max} \le H_{ПТ}^{доп} = 0{,}55 \div 0{,}7\left(H_{k}^{\max} - H_{k}^{\min}\right)$. При неизпълнено условие, отново се търси по итеративен път по-малка дължина $L_{ПТ}$ на ПТ до удовлетворяване на изискването;

8. След ПТ се преминава към оразмеряването на РТ. Това става с повторение на изчислителната процедура от точка 2 до 7, като във формулите индексите ПТ се заменят с РТ. При изчисленията на напорите $H_{РТ}^{нач}$, $H_{РТ}^{ср}$ и $H_{РТ}^{кр}$ задължително се приема $H_{ПТ}^{нач} = H_{РТ}^{\min}$.

Резултати и обсъждане

За тези четири случая не е споменато в [Белчев, 1979] и [Водпроект 1983], а това понякога води до завишаване на общия напор в ПТ (по-висок от средния Случай II и III). От друга страна при по-стръмни терени (Случай IV) при използването на саморегулиращи се капкообразуватели могат по-пълноценно да се използват теренните дадености и да се получат минимални напори на входа на батерията равни $H_{ПТ}^{\min} = H_{ПТ}^{нач}$, като по този начин се намалява общия напор на цялата система и от там и намаляват разходите за ел. енергия при помпено захранване. Като обобщение може да се каже, че при проектиране на ПТ в

Случай I се получава максимална дължина на ПТ, а това означава намаляване на разходите за тръбна мрежа и прави този вариант изключително изгоден при гравитачно захранвани системи. Друго предимство на Случай I е, че поради по-високия напор в началото на ПТ при него има възможност за проектиране на двустранно работещ РТ. При Случай IV се получава малка дължина на ПТ, но напора на входа е минимален $H_{ПТ}^{\min} = H_{ПТ}^{нач}$, което води до намаляване на разходите за електроенергия при помпено захранване. Случай IV няма възможност за двустранен РТ поради минималния напор в началото на ПТ. Случаи II и III съчетават предимствата и недостатъците на IV и I. В крайна сметка определянето на дължината трябва да бъде съобразено и от икономическа гледна точка, така че на този етап избора на конкретен случай не може да бъде категоричен.

Изводи

Като обобщение на резултатите от изследването може да се направят следните изводи.

Създадена методика за оразмеряване на поливните батерии с приложение на саморегулиращи се капкообразуватели с намаляване на работния напор.

Определени са възможните 4 случая в зависимост от местоположението на минималния напор в ПТ и РТ.

Посочени са предимствата и недостатъците на отделните случаи.

Литература

Белчев И., Ст. Иванов и Пл. Петков. (1979). Капково напояване. Земиздат, С.

Водпроект, кн. 37. (1983). Ръководство за проектиране на напоителни полета, том III – капково напояване. ИПП.

Водпроект. (1991). Норми за проектиране на хидромелиоративни системи.

Gadjev R. (2012). On the transition of laminar to turbulent regime for smooth-pipe flows, Proceeding of jubilee intern. confer. “70 years UACEG”, nov. 15-17 , UACEG, Sofia.

ПОЧВЕНО ЗАСУШАВАНЕ – СТЕПЕНИ И УСЛОВИЯ ЗА ВЪЗНИКВАНЕ

Веска Георгиева, Валентин Казанджиев
НИМХ – БАН, София
E-mail: veska.georgieva@meteo.bg

SOIL DROUGHT – DEGREE AND CONDITIONS TO RISE

Veska Georgieva and Valentin Kazandjiev
NIMH – BAS, Sofia

Abstract

Soil drought is a result from the disturbance of the water balance in the soil and through the change for the worse of the physiological condition of plants directly affects their productivity. It occurs after long periods without rain and can be observed in any period of the year. The developing of the crops goes through periods of drought with varying intensity and duration, depending on their productivity. Several droughts during the first decade of this century in Bulgaria and in Europe, increasing the frequency of extreme events and the results of the scenarios for the future determine the timeliness of monitoring for determining the intensity and forecasting drought.

In this case are used different indexes in dependence from the specific of the region and the type of drought. The soil moisture index (SMI) uses the soil water measurement The index of soil drought developed by HPRCC (High Plains Regional Climate Center), determines the intensity of drought by an assessment of available water for plants in the soil, compared with the maximum amount of soil type.

The aim of this paper is to define the soil water content during the winter wheat vegetation period and the relationship with the number of days without rain.

Key words: SMI (soil moisture index), soil water supply, soil water availability, winter wheat

Увод

Засушаването е екстремно явление, което в най-голяма степен засяга селското стопанство. Почвеното засушаване настъпва при нарушение на водния баланс в почвата и чрез влошаване на физиологичното състояние на растенията, пряко влияе върху добивите от земеделските култури. То настъпва при продължителен безвалежен период и се наблюдава почти през всеки месец от годината.

Вегетацията на земеделските култури преминава през периоди на засушаване с различна интензивност и продължителност, от които зависи продуктивността им. В резултат на анализ на многогодишните редици на сумите на валежите и температурите през периода на инструменталните измервания в България, са регистрирани няколко засушавания с различна продължителност и последиците за някои отрасли от икономиката от засушаването през 1982-1994 г. (Раев И., и др. 2003). Чрез получените по литературата данни (Керчева и др., 2012), засушавания и пораженията от тях върху добивите от основните земеделски култури са установени засушливи периоди в

България Увеличаването на честотата на екстремните явления (IPCC, 2014), в частност сушата, както и няколкото засушавания през първото десетилетие на 21 век у нас (Сушата в България, 2011) и в различни части на света (Szezypta C. et all 2012) определят актуалността на мониторинга, за определянето на интензивността и възможностите за прогнозиране на засушаването.

За целта се използват различни индекси (Александров В., 2006) и показатели, в зависимост от спецификата на района и от гледна точка на типа на засушаването. Още в началото на миналия век започват опити за дефиниране на понятието суша и начини за идентифициране. Изхождайки от общото за всички типове засушаване – дефицит на валежи, почти всички индекси са свързани с тях – различен брой дни без валеж, а по-късно те се отнасят към разхода на вода от почва и растителна покривка - евапотранспирация (Heim R., 2002). През 1965 г. Palmer е публикувал своя модел за определяне на три типа засушаване – метеорологично (PDSI), хидроложко (PDHI) и селскостопанско (Z index). Направения от Keyantash J., J. Dracup, 2002 исторически преглед и анализ на използваните в САЩ индекси за различните типове засушаване показва, че за изследване на земеделския тип засушаване най-широко се използват Crop Moisture Index (CMI), Palmer Moisture Anomaly Index (Z index) и Soil Moisture Anomaly Index.

Всеки от индексите има предимства, особено за определени райони, и недостатъци, но нито един от тях не използва наличните в почвата водни количества. Индексът на почвеното засушаване (soil moisture index - SMI), разработен в HPRCC (High Plains Regional Climate Center) определя интензивността на засушаването чрез оценка на наличната достъпна за растенията вода в почвата (Hunt E., et all, 2008) отнесена към максималното и количество за даден почвени тип. За пресмятането му се използва измерената почвена влажност при земеделските култури, което позволява да се определя степента на засушаване за конкретна култура.

Целта на изследването е да се класифицира почвеното засушаване чрез SMI през вегетационния период за зимна пшеница и се свърже с безвалежни периоди.

Материал и методи

Използвани са данни от измерванията на почвената влажност в агрометеорологичната мрежа на НИМХ-БАН за пшеничен посев на 17 число от месеца, а влагозапасите са изчислени за два почвени слоя – 0-30 и 0- 0-100 cm. За определяне на броя на дните без валеж са използвани данни за ежедневните суми на валежите. Периодът на изследване е 1981-2010 г.

Почвеното засушаване е характеризирано чрез индекса на засушаване SMI. Индексът на засушаване SMI класифицира сушата чрез измерени или моделирани стойности на почвената влажност по следната формула:

$$SMI = \frac{5*(SM - WP)}{(FC - WP)} - 5$$

където: **SM** - почвена влажност (cm^3/cm^3); **WP** - влажност на завяхване (cm^3/cm^3) (влажността, при кояторастенията не могат да приемат вода от почвата и загиват) и **FC**

-пределна полска влагоемност (cm^3/cm^3). Той характеризира почвеното засушаване от нормално до екстремално, като степента на засушаване се увеличава при намаляване на индекса (Табл.1). За долна граница на оптимално овлажнение (ДГОВ) е приета 70% от ППВ.

Таблица 1. Класификация на почвеното засушаване според стойностите на SMI

Условия на засушаване	***SMI***
Нормални	-1 или по-големи от 0
Умерено засушаване	-2<-1
Повишено засушаване	-3<-2
Силно засушаване	-4<-3
Екстремно	-5 или по-ниски

Резултати и обсъждане

Определени са месечните стойности на индекса на почвеното засушаване (SMI) за периода 1981-2010 г. за два почвени слоя 0-30 cm и 0-100 cm. С цел оценка на условията на почвено овлажнение, съответстващи на отделните степени на засушаване е определена и влагообезпечеността на пшеницата.

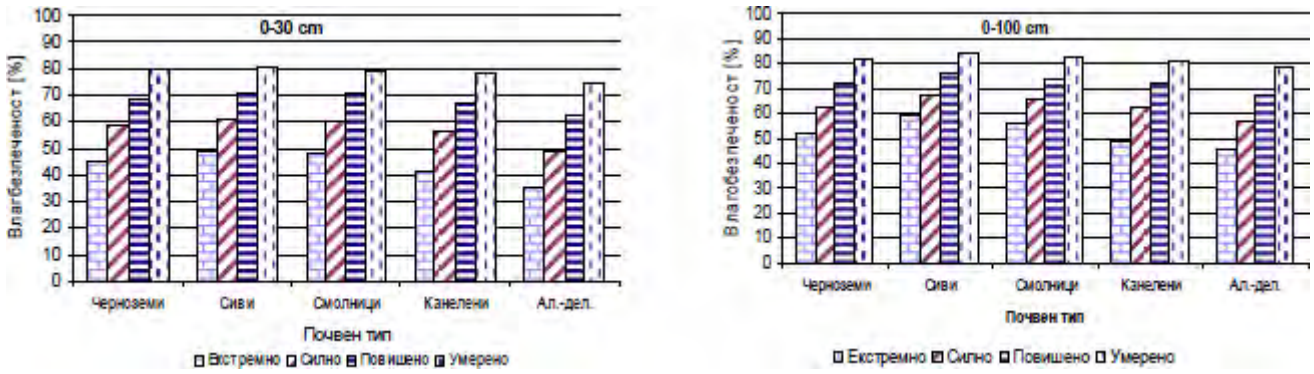
Влагобезпечеността в случаите с екстремно засушаване в слоя 0-30 cm варира между 35% (алувиално-делувиални) и 49% от ППВ (сиви), а в слоя 0-100 cm между 45 и 60% от ППВ. В Казанлък, Пловдив, Кюстендил и София влагообезпечеността в по-плиткия слой достига до 35-39% от ППВ, а в еднометровия 42-46% от ППВ. Обобщено по почвени типове, броят на случаите с екстремно засушаване в слоя 0-30 cm не надвишава 19% (Казанлък), а в еднометровия почвен слой 18% (Казанлък) (Фиг.3.). Най-голямо вариране е установено при канелените горски почви - в Хасково те са 38% (0-30 cm) и 31% (0-100 cm) от случаите. В по-голяма част от станциите, броят на случите с екстремно засушаване в по-плиткия почвен слой е по-голям, отколкото в еднометровия, но при някои черноземи е обратното (Фиг.3). Най-голям брой случаи от този тип засушаване се наблюдава през август, юни, юли и септември, но в Новачене, Суворово и двата слоя, а в Чирпан и Кюстендил в еднометровия са регистрирани такива случаи през цялата година. В Чирпан, Хасково, Ивайло и Сандански този тип засушаване преобладава през септември, а в Карнобат всички случаи са през август, септември и октомври. В еднометровия почвен слой между 60 и 100% (Сливен) от случаите с екстремно засушаване са през юни, юли и август.

Влагообезпечеността в случаите със силно засушаване в слоя 0-30 cm варира между 52% (Любимец) и 64% (Ц.брод) от ППВ, а в еднометровия от 55% (Новачене) до 71% ППВ при сивите почви. Броят на случаите с тази степен на засушаване, средно за почвен тип не надвишава 17%, но в София, Чирпан, Търговище и Образцов чифлик достига до 25%, като в последните три станции броят на случаите е по-голям на по-голямата дълбочина (Фиг. 4). При всички черноземи и в Хасково и Чирпан, случаите на силно засушаване в еднометровия почвен слой са повече отколкото в по-плиткия.

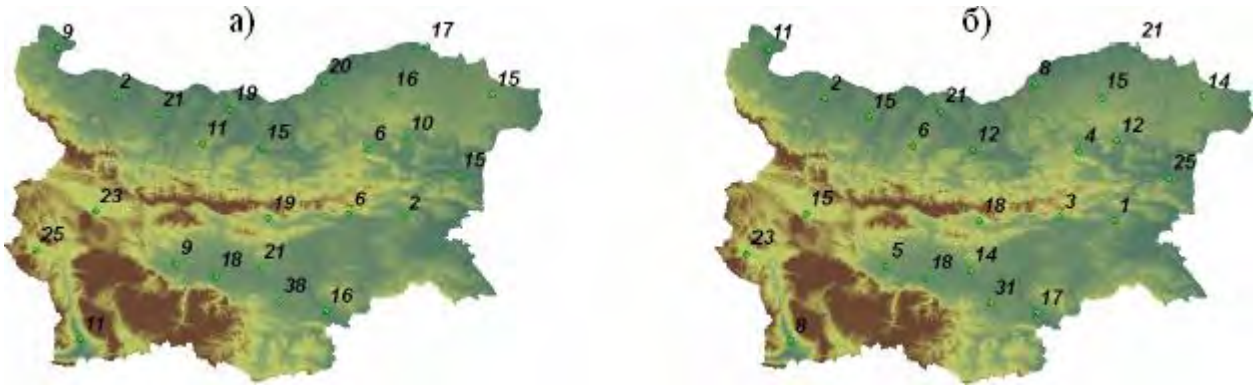
Силно засушаване се наблюдава през цялата година и на двете дълбочини в Новачене, Кюстендил и София, а в еднометровия и в Г. Тошево, Суворово, Чирпан и Хасково. Над 50% от случаите със силно засушаване са регистрирани през юни, юли,

август и септември е повечето от станциите. Изключение правят тези, в които такива случаи са отчетени през по-голямата част от годината – Новачене, Суворово, Г. Тошево, Сливен, Хасково, Пловдив, Кюстендил и София.

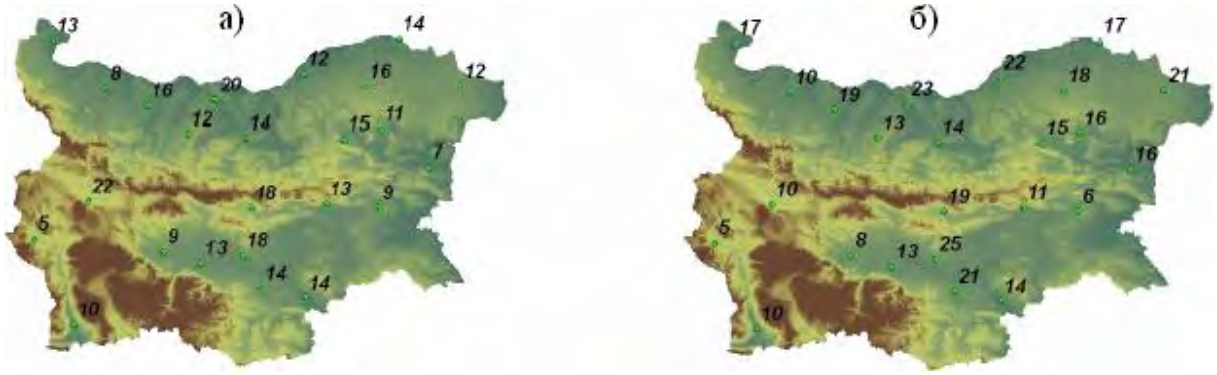
В случаите с повишено засушаване влагообезпечеността в еднометровия почвен слой надвишава ДГОВ при разглежданите почвени типове, както и при смолниците и сивите горски в по-плиткия. Средният процент при черноземите е 69% от ППВ и варира между 65 и 71% от ППВ. При каneлените средният процент е 67% от ППВ, а варира между 65 и 74% от ППВ. Най-ниска е влагообезпечеността при алувиално-делувиалните - 62% от ППВ. Разпределението на случаите с повишено засушаване по месеци показва по-широк разпространение на този тип условия на овлажнение. В повечето случаи е характерно за втората половина на година, с изключение на станциите Хасково, Кюстендил, Г. Тошево и Новачене.



Фиг. 2. Средни стойности на влагообезпечеността при основните почвени типове за три от степените на засушаване - екстремно, силно и повишено в почвените слоеве 0-30 cm и 0-100 cm



*Фиг. 3. Процент случаите с **екстремно засушаване** спрямо общия брой на случаи за периода 1980-2010 г. в почвените слоеве: а) 0-30 cm; б) 0-100 cm*



*Фиг. 4. Процент на случаите със **силно засушаване** спрямо общия брой на случаите за периода 1980-2010 г. в почвените слоеве: а) 0-30 cm; б) 0-100 cm*

Влагообезпеченост под критичната стойност (ДГОВ) се наблюдава при екстремна, силна и повишена степен на засушаване (Фиг. 2). SMI, характеризиращ засушаването като умерено, съответства на влагообезпеченост близка до 80% от ППВ и в двата почвени слоя. Изключение правят алувиално-делувиалните и каленените в слоя 0-30 cm.

Общият процент на случаите на опасно за земеделието засушаване (екстремно, силно и повишено) варира в широки граници – 19% в Карнобат (0-100 cm) и 67% в Хасково.

За установяване на продължителността на периодите без валеж, които предизвикват екстремно и силно засушаване, по време на критични за развитието на зимната пшеница периоди, за всеки от случаите е проследен броят на дните без валеж. За прекъсване на безвалежния период е приет валеж по-голям от 5 mm. Избрани са месеците май и юни от пролетната вегетация и октомври, когато се извършва сеитбата.

Таблица 2. Брой дни без валеж при двата типа засушаване в почвените слоеве 0-30 cm и 0-100 cm през периода 1980-2010 г.

Станция		Екстремно								Силно							
		май, юни				октомври				май, юни				октомври			
		0-30 cm		0-100 cm		0-30 cm		0-100 cm		0-30 cm		0-100 cm		0-30 cm		0-100 cm	
		1*	2*	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Бъзовец	37	1	37	1	10	1			13	7	11	3	11	9	19	3
2	Кнежа	11	20	6	13	32	5	23	3	9	16	10	17	10	7	16	10
3	Новачене	15	19	38	4	17	13	26	9	9	14	10	22	17	12	11	11
4	Николаево	16	10	15	2					9	10	7	9				
5	Павликени	22	10	12	7	22	4	25	2	12	20	13	18				
6	Русе	16	22	20	4	24	7	18	3	9	11	12	28	12	6	9	11
7	Исперих	18	16	16	13				16	13	17	13					
8	Ц. Брод	16	10	16	11				14	13	10	13					
9	Г. Тошево	17	20	15	26	16	5	15	13	16	18	15	16	18	5	13	8
10	Чирпан	14	22	12	8	21	9	14	8	10	13	12	25	24	6	24	12
11	Хасково	9	37	8	28	20	15	14	15	10	10	9	14	13	5	15	9
12	София	7	28	6	11	10	6	7	7	9	10	7	8	11	10	14	3
13	Сандански	24	10	21	9	35	3	45	2	18	9	16	14	18	3	18	4

1* - Брой дни без валеж; 2* - брой случаи.

Най-бързо настъпва екстремно засушаване в по-плиткия почвен слой в София (след 7 дни без валеж) и Хасково (след 9 дни)., в тези станции и броят на случаите е най-голям. Най-голям период без валеж предизвиква тази степен на засушаване в Бъзовец, но само в един случай. През октомври в някои станции в Северна България няма случаи на екстремно засушаване, а там където има безвалежните периоди, предизвикващи го, са с по-голяма продължителност – 10 – 24 дни (Табл.2).

В еднометровия почвен слой безвалежните дни, предшестващи екстремното засушаване през май и юни варират между 6 в Кнежа и София и 20 в Русе. А през октомври 7 в София и 25 в Павликени. В станциите с най-голям брой такива случаи средният брой дни, след който възниква екстремно засушаване е 8 в Хасково и 14-16 дни в Г. Тошево, Чирпан.

Броят на безвалежните дни, предизвикващи силно засушаване не се различава много от този причиняващ екстремното. В слоя 0-30 cm през май и юни продължителността на периода варира между 9 и 16 дни в Исперих дни, а през октомври 10 дни в Кнежа и 24 дни в Чирпан. В еднометровия почвен слой през май и юни силно засушаване настъпва след 7 дни в София и 17 дни в Исперих безвалежни дни, а през октомври след 9 дни в Русе и 24 в Чирпан.

Изводи

Влагообезпеченост под ДГОВ съответства на при три от степените на засушаване - екстремно, силно и повишено. Стойности на SMI, характеризиращи засушаването като умерено, съответстват на влагообезпеченст близка до 80% от ППВ и в двата почвени слоя.

В почвения слой 0-30 cm процентът на случаите с екстремно засушаване не надвишава 19%, с изключение на Хасково, където е 38% преобладаващо през летните месеци. Случаите със силно засушаване не надвишават 17%, с изключение на София, Чирпан, Търговище и Обр. чифлик, където достига до 25%.

В почвения слой 0-100 cm процентът на случаите със силно засушаване не надвишава 18%, с изключение на Хасково, където е 31% преобладаващо през летните месеци. Силно засушаване се наблюдава в около 19% от случаите.

Над половината случаи са опасни за земеделието и за двата слоя в Кнежа, Новачене, Исперих, Хасково и Чирпан. Общият процент на случаите на опасно за земеделието засушаване (екстремно, силно и повишено) варира в широки граници – 19% в Карнобат (0-100 cm) и 67% в Хасково.

Екстремно засушаване в почвения слой 0-30 cm настъпва средно след 17 безвалежни дни през май и юни, а в еднометровия след 15. През октомври тази степен на засушаване е резултат от много по-дълъг такъв – 20 дни.

Литература

Александров В., 2006. Мониторинг на почвеното засушаване. http://meteorology.meteo.bg/soil_drought_3.pdf.

Александров В., 2006. Сушата в България. София. 44 с.

Керчева М., З. Попова, К. Донева. 2012. Въздействие на сушата отразени в националните архиви, Оценка на риска от засушаване в земеделието и управление на напочването чрез симулационни модели. София, 110-119.

Раев И., G. Knight, М. Станева. 2003. Засушаването в България:съвременен аналог за климатични промени. Природни, икономически и социални измерения на засушаването 1982-1994 г., БАН, София, 50-59.

IPCC. 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability.
http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_en.pdf

Heim R. R., 2002. A review of twentieth-century drought indices used in United States. BAMS, vol. 83, 1149-1165.

Hunt E., K. Hubbard, D. Wilhite, T. Arkebauer and A. Dutcher. 2008. The development and evaluation of a soil moisture index. International Jurnal Climatology v. 10.1002/joc.1749.

Keyatash J., J. Dracup, 2002. The quantification of drought:an elevation of drought indices. BAMS, vol. 83, 1167-1180.

Szezypta C., B. Deecharme, D. Carrer, J-C Calvet, S. Lafont, S. Somot, S. Farous and E. Marthin. 2012. Hydrology and Earth System Sciences, 16, 3351-3370.

ОПРЕДЕЛЯНЕ И КАРТОГРАФИРАНЕ НА ЕРОЗИОННОСТТА НА ДЪЖДОВЕТЕ НА ТЕРИТОРИЯТА НА НП „ЦЕНТРАЛЕН БАЛКАН”

Диляна Илиева, Илия Малинов
ИПАЗР „Н. Пушкаров”, София
E-mail: diliana_gi@abv.bg

RAINFALL EROSIVITY ESTIMATION AND MAPPING ON THE TERRITORY OF NATIONAL PARK „CENTRAL BALKAN”

Dilyana Ilieva, Iliya Malinov
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The natural conditions in Bulgaria – climate, topography and soils set conditions for development of intensive sheet water soil erosion. Rainfalls are the most important among the climatic factors affecting the dynamics of the erosion. The report presents data for identification and mapping of the rainfall erosivity (R factor), of 14 meteorological stations within and around the territory of National park "Central Balkan". Map is presented reflecting the rainfall erosivity. Over 95% of the park area is characterised by rainfalls with erosivity between 1000 and 1400 MJ mm / ha h y. The weighted average value of R-factor for the Park is 1247 MJ.mm/ha h y. The highest rainfall erosivity, over 1400 MJ mm / ha h y, characterizes the territory of the catchment area of river Yantra and park division “Stokite”.

***Key words*:** rainfall, erosivity, estimation, mapping

Увод

В страната около 70% от валежните количества падат през вегетационния период под формата на дъждове, често с проливен характер. В литературата съществуват различия при дефинирането им, предимно от различния граничен интензитет, чрез който се определят. У нас според Калчева (1962) за долна граница на интензитета на проливните (интензивните) дъждове е приета гранична стойност - I ср. ≥ 0.180 mm/min. За определяне на граничните стойности - интензивност и количеството на оттокопричинителните (ерозионните) дъждове, Ончев (1983) след анализ на резултати от множество изследвания в страната, приема за долна граница на интензивност I ср. ≥ 0.180 mm/min и предлага за долна граница на количеството на тези дъждове да бъде прието P ≥ 9.5 mm. За характеристика, която определя ерозионността на отделен валеж от дъжд у нас е приет ерозионният индекс на Wischmeier (1959) – EI_{30} (MJ.mm/ha h), чиято средна стойност за определен период от време определя ерозионността на съответната съвкупност от дъждове – R фактор (MJ.mm/ha h). Ерозионността на интензивните дъждове в страната е определена като средна годишна стойност (Русева, 2002) от данни за метеорологичните станции (84 броя) в „Климатичен справочник – Интензивни дъждове в НР България” (Кючукова и др., 1986) и Малинов (2003) от данни за ерозионния индекс на интензивните дъждове по Ончев (1983). За целите на картографирането стойностите са категоризирани в 8 степенна класификация. Тези метеорологични станции са разположени до 1200 m

надморска височина и не дават информация за R фактор в планинските територии на страната, което се явява пречка и за определяне на техния потенциален и действителен риск.

Целта на изследването е да се определи ерозионността на дъждовете на една планинска територия – НП „Централен Балкан”.

Материал и методи

Оценката на основните фактори на плоскостна водна ерозия на почвата се основават на адаптацията на модела за прогнозиране на вероятните средни-годишни почвени загуби от плоскостна водна ерозия на почвата, разработен в САЩ и познат като Universal Soil Loss Equation – USLE (Wischmeier, W., and Smith, D., 1965, 1978), което има вида:

A = R K LS C P, където:

$R_{ср.г.} = (\sum_{j-1}^{n} (EI_{30})/N$ (MJ mm/ha h y), където: (1)

$R_{ср.г.}$ - средна годишна стойност на R фактор за дъждове с количество q ? 9.5 mm и средна интензивност I ср. ? 0.180 mm/min, EI_{30} – ерозионен индекс на отделния дъжд, N – брой години за изследвания период.

Стойността на R фактор е изчислена чрез адаптирания за условията на Р България степенен модел (Малинов, 1999 а, 1999 б, 2003; Rousseva, 2002), дефиниран от Richardson и др. (1983) и публикувана информация (Кючукова и др., 1986); Ончев, 1983). За целите на картографирането, получените за съответните метеорологични станции средни годишни стойности са категоризирани в 3 класа от 8 степенната класификация (Русева и др., 2010а, 2010б).

$R_{ср.г.пр.} = (R_{i=1}*F_{i=1} + R_{i=n-1}*F_{i=n-1} \ldots R_{i=n}*F_{i=n}) / \sum (F_{i=1} + F_{i=n-1} \ldots\ldots + F_{i=n})$:

$R_{ср.г.пр.}$ – средно годишна претеглена стойност на R фактор за дадена територия (MJ.mm/ha h y).

$R_{i=1\div n}$ – ерозионност на дъждовете за тази територия с площ $F_{i=1\div n}$ в (ha)
i пореден номер = 1 до n.

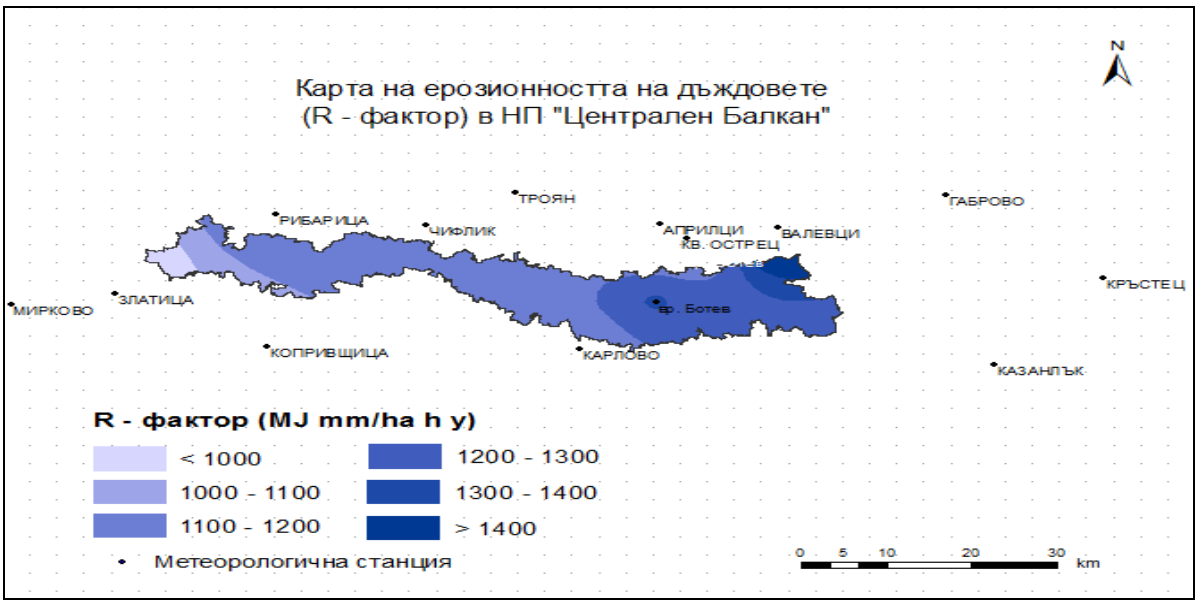
Резултати и обсъждане

Резултатите от определянето на ерозионността на дъждовете са представени чрез цветни, анотирани карти и в таблици. Те представят данни, които отразяват разпределението на стойностите на R фактор за съответните МС, по степени и през 100 MJ.mm/ha h y, по площ и в %, както на цялата територия на Национален парк „Централен Балкан”, така и по отделни технически участъци и водосборни басейни.

От данните в Табл. 1 е видно, че най-високата стойност на R фактор – 1937 MJ.mm/ha h y е изчислена за ХМС „Валевци”, която е разположена на 450 m н.в. в, а най-високо разположената ХМС „Връх Ботев”, разположена на 2376 m се характеризира с по-ниска стойност на R фактор – 1307 MJ.mm/ha h y . Това може да се обясни с резултатите от предишни изследвания (Кръстанов, 1939; Калчева, 1962; Христов и Писарски, 1961), според които интензивните дъждове в страната се случват предимно в топлите низини и планински склонове, които не съвпадат с местата на най-големите валежни суми – високите части на планините.

Таблица 1. Стойности на R фактор по данни от метеорологични станции, (MJ.mm/ha h y)

№	Станция	R фактор	№	Станция	R фактор
1	Рибарица	1228	8	Кръстец	835
2	Острец	919	9	Казанлък	1033
3	Троян	1122	10	Карлово	1115
4	Валевци	1937	11	Копривщица	1082
5	Априлци	1066	12	Златица	871
6	Чифлика	1208	13	Мирково	406
7	Габрово	882	14	Връх Ботев	1307



Фиг. 1. Карта на ерозионността на дъждовете на територията на НП „Централен Балкан” и метеорологични станции в района

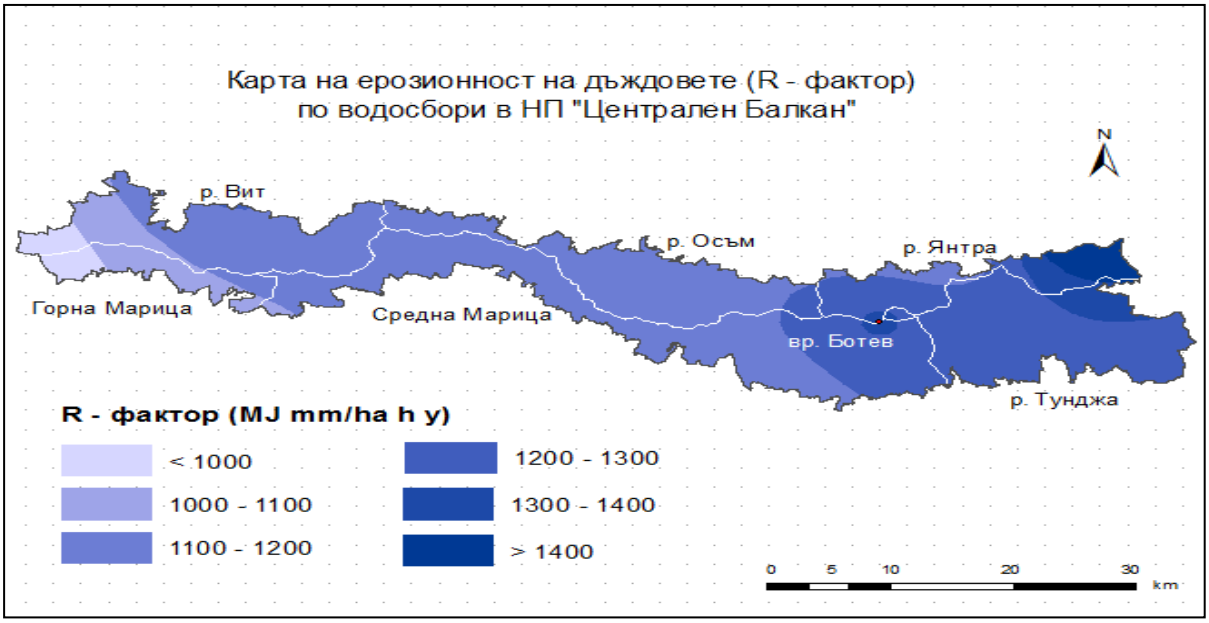
Почти 95 % от площта на парка се характеризират със силна (Табл. 2) степен на ерозионност на дъждовете - R фактор от 1000 до 1400 MJ mm / ha h y (Табл. 2). Върху половината от територията на парка падат дъждове със стойности на R - от 1100 до

1200 MJ mm / ha h y, а средно-претеглената стойност на R за цялата територия на парка е 1247 MJ.mm/ha h y.

Подобна тенденция на разпределение на R фактор се наблюдава и при водосборните области (Табл. 3) и технически участъци (Табл. 4) на НП ”Централен Балкан”. Върху 94% от площта на водосбора на р. Осъм падат валежи със силна ерозионност - от 1100 до 1200 MJ.mm/ha h y. С максимална за парка ерозионност на дъждовете се откроява този на р. Янтра, където върху 22.39 % от площта му те са с R над 1500 MJ.mm/ha h y. Той се характеризира и с най-висока средно-претеглената стойност на R - 1458 MJ.mm/ha h y. С най-ниска средно-претеглената стойност се характеризира територията на водосбора на р. Горна Марица - 1091 MJ.mm/ha h y.

Таблица 2. Разпределение на стойностите на R фактор на територията на НП „Централен Балкан”

Стойности на R фактор	Степени на ерозионност на дъждовете (R фактор)	Площ	
		ha	%
< 1000	5 Средна до силна	2059.67	2.87
< 1000 ≥ 1100	6 Силна	5089.41	7.09
< 1100 ≥1200	6 Силна	36435.82	**50.73**
< 1200 ≥ 1300	6 Силна	23509.84	32.73
< 1300 ≥ 1400	6 Силна	3017.82	4.20
< 1400 ≥ 1500	6 Силна	0.00	0.00
> 1500	7 Силна до много силна	1713.72	2.39
Всичко		71826.27	100.00



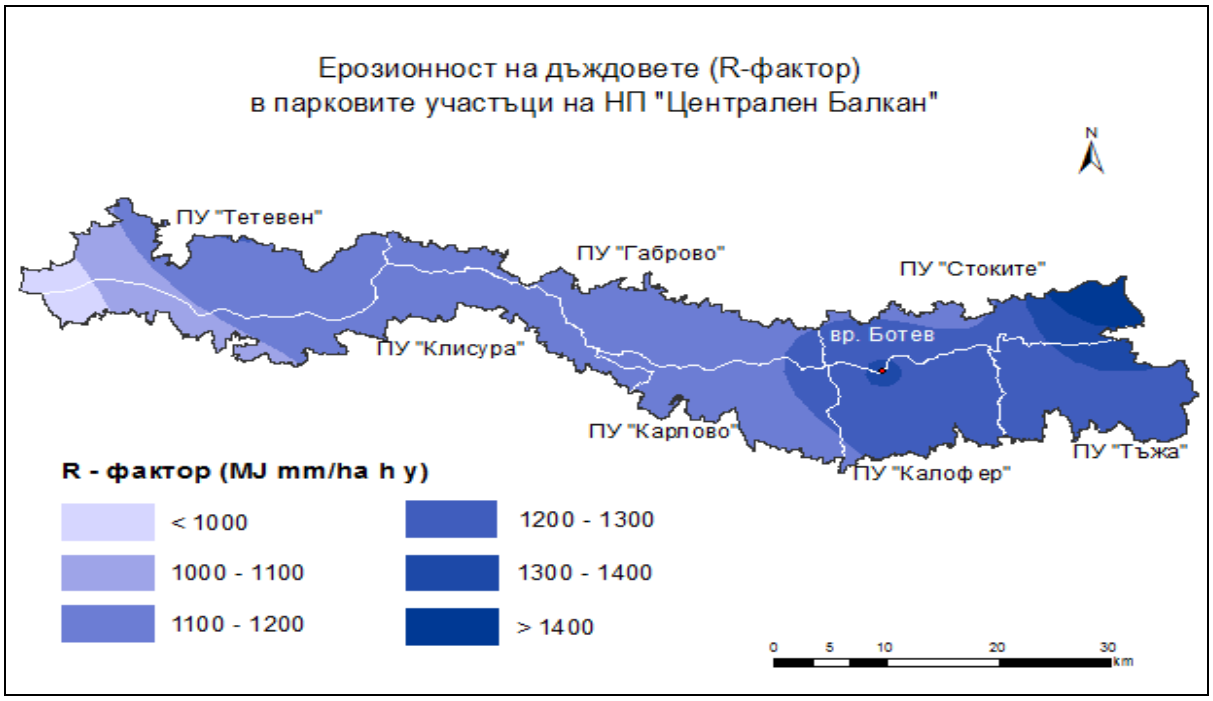
Фиг. 2. Карта на ерозионността на R фактор по водосбори в НП „Централен Балкан”

Картата на Фиг. 2 представя разпределението на стойностите на R фактор по паркови участъци. Според данните, върху 19.16 % от територията на ПУ „Стоките” падат дъждове със силна до много силна степен на ерозионност, където е изчислена и най-голяма средно-претеглена стойност на R -1439 MJ.mm/ha h y.

От данните в Табл. 4 е видно, че почти цялата площ на ПУ ”Калофер” и ПУ ”Троян” се характеризират със силна степен на ерозионност - стойности на R фактор съответно от 1200 до 1300 MJ.mm/ha h y и от 1100 до 1200 MJ.mm/ha h y.

Таблица 3. Процентно разпределение на стойностите на R фактор по водосборни басейни в НП „Централен Балкан”

Стойности на R фактор	Степени на R фактор	Горна Марица	Осъм	Средна Марица	Тунджа	Вит	Янтра
< 1000	5	24.50	0.00	0.00	0.00	8.26	0.00
< 1000 ≥ 1100	6	**59.61**	0.00	0.89	0.00	19.22	0.00
< 1100 ≥1200	6	15.89	**94.29**	**69.19**	0.55	**72.03**	14.58
<1200 ≥ 1300	6	0.00	5.71	28.60	**88.32**	0.48	**46.85**
<1300 ≥ 1400	6	0.00	0.00	1.32	10.43	0.00	16.18
<1400≥1500	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>1500	7	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	22.39
Всичко		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



Фиг. 2. Карта на ерозионността на дъждовете – R фактор по паркови участъци в НП „Централен Балкан”

Таблица 4. Процентно разпределение на R фактор по паркови участъци в НП „Централен Балкан”

Стойности на R фактор	Степени на R	Калофер	Карлово	Клисура	Тетевен	Троян	Тъжа	Стоките
< 1000	5	0.00	0.00	8.43	7.86	0.00	0.00	0.00
< 1000≥1100	6	0.00	0.00	21.19	19.07	0.00	0.00	0.00
< 1100≥1200	6	2.51	**84.56**	**70.38**	**72.59**	**93.96**	0.00	12.63
< 1200≥1300	6	**93.73**	15.44	0.00	0.48	6.04	**87.94**	**51.19**
< 1300≥1400	6	3.76	0.00	0.00	0.00	0.00	12.06	17.02
< 1400≥1500	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> 1500	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.16
Всичко		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Изводи

За първи път за страната са определени и картографирани стойностите на ерозионността на дъждовете за една обширна планинска територия – НП „Централен Балкан”.

Върху по-голямата част от територията на парка (95%) падат дъждове със силна ерозионност - R фактор от 1000 до 1400 MJ.mm/ha h y. Тези стойности в съчетание с топографските условия на територията на парка - голяма средна надморска височина и ерозионна основа с дълбочина над 1800 m се явяват предпоставка за формиране на висок ерозионен потенциал на територията на НП „Централен Балкан”.

Създадената база данни за стойностите на R фактор на дъждовете, които падат на територията на НП „Централен Балкан” и създаването на слой в среда на ГИС, основните фактори на водна ерозия и риска от нея в парка ще допълни и обогати създават възможност за оценка не само на цялата територия на парка, но и по водосбори, технически участъци и административни единици. Получената информация ще спомогне за по-подробно картографиране на риска от ерозия, оптимизиране на мерките и ефективното използване на средствата за борба с нея. Това ще повиши възможностите за намиране на решения за опазване на почвите от ерозионна деградация и спомогне за устойчивото управление на ресурсите на парка.

Литература

Калчева Р. (1962). Справочник на валежите в НР България. София.

Калчева, Р. (1962). Върху интензивните дъждове в България. – Труд. ИХМ XIII.

Кръстанов, Л. (1939). Върху поройните валежи. – Изв. Бълг. Геогр. Друж., №7.

Кючукова, М., П. Иванов, М. Събева. (1986). Климатичен справочник. Интензивни дъждове в НР България. Изд. БАН, София. 271 с.

Малинов, И. (1999а). Изследване на водната ерозия на почвата върху склон с изградени крайбрегови тревни и горски пояси. Дисертация за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”, ИП „Н. Пушкаров”, София. 138 с.

Малинов, И. (1999б). Изчисляване на ерозионния индекс на отделни дъждове. Лесовъдска мисъл. София, год. 1/1999, (18): 80-87.

Малинов, И. (2003). Изчисляване на R – фактор на дъждовете по Wischmeier чрез ерозионния индекс на Ончев. Наука за Гората. София, год. XL, No 1, 83-91.

Ончев, Н. (1983). Прогнозиране на водната площна ерозия в България и оптимизиране на противоерозионните мероприятия. Земиздат, София, 204 с.

Русева, С. (2002). Информационна основа на географска база данни за площната водна ерозия. Хабилитационен труд за присъждане на научно звание „ст.н. с. I ст.". ИП „Н. Пушкаров", София. 198 с.

Русева, С., Л. Лозанова, Д. Некова, В. Стефанова, Хр. Джоджов, Е. Цветкова, И. Малинов, В. Крумов, С. Чехларова-Симеонова. (2010 а). Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част I Северна България. Ред. С. Русева. ISBN: 978-954-749-086-4. Изд. СайСет-Еко, София, 310 с.

Русева, С., Л. Лозанова, Д. Некова, В. Стефанова, Хр. Джоджов, Е. Цветкова, И. Малинов, В. Крумов, С. Чехларова-Симеонова. (2010 б). Риск от ерозия на почвата в Р България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част II Южна България. Ред. С. Русева. ISBN: 978-954-749-086-4. Изд. СайСет-Еко, София, 310 с.

Христов, П., А. Писаревски. (1959). Един случай на твърде интензивен дъжд в България. – Хидролоия и метеорология, №3

Richardson, C. W., G. R. Foster and D. A. Wright. (1983). Estimation of Erosion Index from Daily Rainfall Amount. Trans. ASAE, 26 (1): 153-156, 160. New Orleans, Louisiana.

Rousseva, S. (2002). Validation of models for estimating soil erosion factors and rates. Journal of Balkan Ecology, 5 (1): 87-93

Wischmeier, W. H. (1959). A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. Soil Science Society of America proceedings, 23: 246-249.

Wischmeier, W. and D. Smith. (1965). Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky mountains – guide for selection of practices for soil and water conservation. Agriculture Handbook No 282.

Wischmeier, W. and D. Smith. (1978). Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No 537.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МОДЕЛА SIMDUALKC ЗА ЦАРЕВИЦА ПРИ УСЛОВИЯТА НА СМОЛНИЦА В СОФИЙСКО ПОЛЕ – КАЛИБРОВКА И ВАЛИДАЦИЯ

Мария Иванова, Зорница Попова, Паула Паредес, Рикардо Роса, Луис Перейра
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail:mulykostova@abv.bg

SIMDualKc MODEL APPLICATION TO MAIZE ON A VERTISOL SOIL IN SOFIA FIELD - CALIBRATION AND VALIDATION

Maria Ivanova, Zornitsa Popova, Paula Paredes, Ricardo Rosa, Luis Pereira
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The **SimDualKc** model that defines separately the evaporation from soil and the transpiration from plant ($K_c = K_e + K_{cb}$) is calibrated and validated using three-year (2003-2005) field data on available soil water content observed by tensiometers in irrigated and rainfed plots on a clay soil vertisol (TAW=173mm m^{-1}) in Sofia field. The use of dual crop coefficient method is recommended as more appropriate as it takes into account the periods of vegetation when the evaporation has larger effect on K_c, i. e when the ground is not fully covered by the plants, giving a daily report on soil wetting events. The calibration of the model consists of minimizing the difference between observed and simulated soil water content and produces basal crop coefficients K_{cb} 0.15, 0.95, 0.10 and depletion fractions for no stress p 0.55, 0.50, 0.55 respectively for the initial, mid and end seasons development stage, adapted to the maize variety Kneja 509 and the moderate continental climate conditions. The results of the model calibration have shown a good fit between simulated and observed available soil water content with statistical parameters of root mean square errors (RMSE) about 0.010 $cm^3\ cm^{-3}$ for the year of calibration and smaller than 0.016 $cm^3\ cm^{-3}$ for years of validation. The efficiency of modeling EF is 0.90 for the calibration and larger than 0.86 for the validation. The index of agreement d_{IA} are larger than 0.96. The statistical indicators shows that the validated SimDualKc model could be applied as a tool for simulating soil water balance and developing precise irrigation schedules in Sofia field.

Key words: SIMDualKc model, Basal crop coefficients, maize, calibration and validation

Увод

Царевицата е една от най-разпространените пролетни култури в Българското земеделие. За съжаление засетите площи с царевица за 2014г възлизат на 4 144 хил. дка, като поради високата цена на водата тя се отглежда при неполивни условия. Целта на настоящото изследване е да оцени баланса на водата в почвата при отглеждането на царевица на смолница в Софийското поле чрез един съвременен симулационен модел, приемащ подхода на двойния коефициент на културата от бюлетина на ФАО 56 (Allen et al, 1998), който дава възможност за по-прецизна оценка на нуждите на растението от вода при разработване на водоспестяващи поливни режими. В редица изследвания на основата на данни от детайлни полски експерименти с различни варианти на напояване

са валидирани параметрите на културата на царевица с цел разработване на прецизни поливни режими чрез модела WinISAREG (Попова 2007, 2008; Popova et al. 2005, 2006; Popova and Pereira 2011; Иванова и Попова, 2011). WinISAREG приема подхода на осредненият коефициент на културата (K_c) на ФАО 56 (Allen et al, 1998). Използването на симулационни модели, след съответна калибровка и валидация, за оптимизиране на поливните режими, добивите и въздействието им върху околната среда при колебанията и промените на климата, вкл. при засушаване са доказали предимствата си у нас (Попова, 2008; Попова и др. 2014, Popova et al, 2011; Popova and Pereira 2008; 2011). При по-голяма честота на валежите и поливките и за култури, които покриват сравнително малка част от почвата, двойния коефициент на културата обаче дава по-точни оценки. Целта на настоящото изследване е да се приложи подхода на двойния коефициент на културата и да се калибрира и валидира модела SIMDualKc (Rosa et al., 2012a, b) при царевица за условията на Софийско поле.

Изчисляването на евапотранспирацията на културата чрез подхода на двойния коефициент на културата се осъществява чрез отделното определяне на двете му компоненти: евапорация от почвата и транспирация от растението съответно с коефициент K_e и основен коефициент на културата K_{cb} (Allen at al. 1998, 2005a,b; Rosa et al. 2012a). Този подход изчислява по-точно дневната евапотранспирация, тъй като отчита динамиката на навлажняване на почвената повърхност през фазата начало на развитие, когато значителна част от почваната повърхност е изложена на слънчевата радиация (Allen et al., 2005a, 2007; Rosa et al., 2012b).

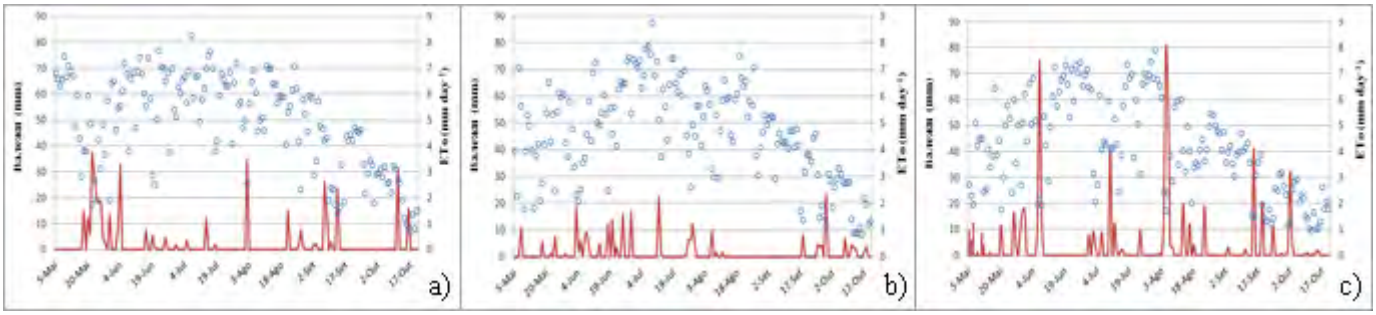
Известни са редица изследвания относно приложението на подхода на двойния коефициент на културата при различни култури, вкл. и зърнени: Liu and Pereira (2000), Pereira et al. (2003), Liu and Luo (2010), Tolk and Howell (2001) при сорго, Zhao et al. (2011) за царевица и пшеница и Lopez-Urrea et al. (2009) за пшеница.

Материал и методи

Климатична характеристика на вегетационния и поливния сезон на царевицата в Софийско

Софийското поле принадлежи към зоната на умерено-континенталния климат в Европа (42º15'г.ш.; 25º45'г.д. и 555m н.в.). Този район е един от най-влажните и хладни земеделски райони на страната, на които се отглежда царевица. Средната температура на въздуха през най-студения месец януари е -2.4ºC и достига 22ºC в най-горещия месец юли. Средната годишна сума на валежите е 636 mm.

Ежедневни данни за еталонната евапотранспирация и валежите са показани на фиг.1. за експерименталните години. Сумата на валежите през вегетацията на 2003г е 385mm, което я определя като влажна, но поливният сезон е сух с валежна сума 43.6 mm. 2004г се характеризира със средно сух вегетационен период с валежна сума 251 mm и влажен поливен сезон с валежна сума 133 mm. Напояване е осъществено през първите две години, тъй като третата 2005г е екстремно влажна с валежни суми съответно 623mm през вегетационния и 279mm през поливни сезон.



Фиг. 1. Ежедневна еталонна евапотранспирация (ETo/mm day^{-1}) и валежи (Pre/mm) през вегетационния и поливни сезон на a) 2003, b) 2004 и c) 2005г.

Водно-физични свойства на почвата

Почвата на ОП „Божурище" е слабопропусклива смолница (Vertisol) с лекоглинест механичен състав (Н.А. Качински, 1985) (Табл.1). Общият използваем влагозапас в коренообитемата зона е TAW=180 mm m^{-1} (Донева, 1976; Попова, 2008).

Таблица 1. Механичен състав и хидравлична проводимост на почвата при насищане (Ksat), ОП Божурище, ОП Челопечене и ОП Горни Лозен, Софийско поле

Опитно поле	Хоризонт	Дълбочина, cm	Почвени частици с размер в mm, % (ФАО, 1990)			Почвени частици с размер в mm, % (Качински, 1958)		Ksat
			глина <0,002 mm	прах 0,002-0,05 mm	пясък 0,05-2,00 mm	Физ. глина <0,01 mm	Ил <0,001 mm	cm/ден
Божурище	A_1	0-45	54	33	13	70.0	53.1	0.63
	A_2B_1	45-100	63	27	10	73.8	58.2	0.63

На базата на детайлни данни за пределната полска влагоемност (ППВ), влажността на завяхване (ВЗ) и обемната плътност от редица почвени профили е определен достъпният (използваем) воден запас TAW (mm m^{-1}) на 1m слой, в който са разположени основната част от корените при полските култури. Водозадържащата способност на почвата в ОП Божурище е висока (180 mm m^{-1}).

Таблица2. Хидравлични свойства на смолницата в ОП Божурище

Почвен слой	Дълбочина (m)	ППВ (cm^3 cm^{-3})	ВЗ (cm^3 cm^{-3})	Ksat (cm day^{-1})
1	0-0.22	0.49	0.28	0.63
2	0.22-0.38	0.52	0.34	0.63
3	0.38-0.61	0.51	0.34	0.63
4	0.61-0.80	0.51	0.33	0.63
5	0.80-1.05	0.54	0.38	0.63

Методика на полския експеримент

Целта на полските експерименти е да предоставят входна информация за почвата, растението, агротехниката и климата, необходима за функционирането и калибровката на модела. Параметрите, които са лабораторно установени или са взети от литературни източници се валидират чрез сравнения на прогнозираните стойности с резултати от наблюденията, измерванията и анализите.

Моделът SIMDualKc е калибриран и валидиран при условията на смолница в ОП "Божурище" с данни от измервания, осъществени на парцелки с размер 50m^2 при нелимитиращо ниво на торене (200-300 kg N/ha) при поливни и неполивни условия в три повторения. Експериментите са осъществени с царевичен хибрид Кнежа 509 през периода 2003 - 2005г. При калибровката на модела, освен водно-физичните показатели на почвата, са използувани данни за поливните и неполивни варианти от полските наблюдения през вегетационния сезон на 2004г. Началните стойности на коефициентите на културата K_{cb} и оптимална степен на изчерпване на общия воден запас p, използувани в процедурата на итеративно търсене, са предложените от Allen et al. (1998) след адаптиране към местния климат. Симулираните дати на настъпване на фазите на развитие на растението и на подаване на поливките, както и поливните норми са реално наблюдаваните на полето.

Моделът SIMDualKc

SIMDualKc е симулационен модел за прогнозиране на поливния режим, който изчислява баланса на водата в почвата със стъпка един ден, като евапотранспирацията се изчислява с подхода на двойния коефициент на културата (Rosa et al. 2012a). Според методологията на двойния коефициент на културата (Allen at al. 1998, 2005) реалната евапотранспирация на растението се изчислява като:

$$ET_a = (K_s K_{cb} + K_e) ET_o \quad (1)$$

където ET_a е реалната евапотранспирация (mm day^{-1}), K_{cb} е основния коефициент на културата, K_e е коефициент на изпарение от почвата, K_s е коефициент на водения стрес ако има такъв и ET_o е еталонната евапотранспирация (mm day^{-1}). Стойността на K_{cb} е пригодена към реалните условия на почвената влажност. Чрез коефициента K_{cb} моделът отчита гъстотата на посева, височината на растенията и разположението на постилащата повърхност.

За калибровката и валидацията на модела са използвани следните данни: Ежедневни данни за еталонна евапотранспирация ETo-PM (Allen et all, 1998), изчислена с пълен набор на необходимите данни за елементите на климата; *Данни за растението:* основни фази на развитие на растението и дати на настъпването им, дълбочина на кореновата система Z_r (m), височина на растенията h (m), листен индекс LAI; *Данни за почвата:* съдържание на достъпна вода в еднометровия почвен слой TAW (mm m^{-1}), изчислена от съдържанието на вода при ППВ и ВЗ по почвени слоеве, дебелина на слоевете Z_e (m), количество вода което може да се изпари *REW* (mm) и общото количество вода *TEW*(mm); *Данни за напояването:* фракция на навлажнена почвена повърхност при напояване, съответни дати на напояване и подадени поливни норми; *Данни за дълбоката филтрация:* стойности на параметрите a и b на времево намаляваща параметрична функция описана от Liu et al. (2006) и Rosa et al. (2012a).

Методика и точност на валидация

Калибровката на модела се състои в пригаждане на стандартните коефициенти на културата (K_{cb} и p), на почвата (Z_e, TEW и REW) и на параметрите на дълбоката филтрация (a и b), както и първоначалното съдържание на вода в почвата с цел минимизиране на разликите между наблюдаваните и симулирани стойности на съдържание на вода в почвата. За калибриране на параметрите Z_e, TEW и REW е приложен подхода „проба-грешка" (Rosa et al. 2012a).

Валидацията на модела се състои в симулиране на експериментите за друга година с калибрираните стойности на (K_{cb}, p, Z_e, TEW, REW, a и b). Ако резултатите са приемливи, процесът на калибровка се повтаря по гореописания начин. Симулациите са осъществени като са използвани реалните дати и поливни норми.

Данните за поливна и неполивна царевица, 2004г, са използвани за калибровката на модела. Първоначалните стойности на K_c и p, използвани в процедурата на итеративно търсене са тези, предложени от Allen et all. (1998) след адаптиране към местните климатични фактори. Датите на настъпване на определена фаза от развитието на растенията, както и валежите и поливките са наблюдаваните на полето. Получените K_c и p са валидирани, като са използвани независими данни от 2003 и 2005г.

За да се оцени точността на прогнозите на модела са използвани няколко индикатора за точност (Liu et al., 1998; Popova and Pereira, 2011; Иванова и Попова 2011, Rosa et al., 2012b), като коефициентите на регресия и детерминация:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \overline{O}\right)\left(P_i - \overline{P}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \overline{O}\right)^2} \quad (2) \qquad R^2 = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \overline{O}\right)\left(Pi - \overline{P}\right)}{\left[\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \overline{O}\right)^2\right]^{0.5}\left[\sum_{i=1}^{n}\left(P_i - \overline{P}\right)^2\right]^{0.5}} \right\}^2 \quad (3)$$

където Oi и Pi (i=1, 2, . . ., n) са двойката наблюдавани и симулирани стойности на променливата и $\overline{O}$ и $\overline{P}$ са съответните средни. Ако регресионният коефициент (b) е близо до 1, ковариансът е близо до вариацията на наблюдаваните стойности т.е. симулираните стойности са статистически близки до наблюдаваните; когато коефициента R^2=1, вариациите на наблюдаваните стойности се описват от модела.

Изчислена е стандартната грешка на прогнозата (RMSE) в единиците на наблюдаваната величина, средната абсолютна грешка (AAE) и средната относителна грешка (ARE) в %:

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(P_i - O_i\right)^2}{n} \right]^{0.5} \quad (4) \qquad AAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|O_i - P_i\right| \quad (5) \qquad ARE = \frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{O_i - P_i}{O_i}\right| \quad (6)$$

Други използвани показатели са бездименсионните за ефективност на модела EF на Nash и Sutcliffe (1970) и индекс на съответствие d_{IA} на Willmott (1981):

$$EF = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \overline{O})^2} \quad (10) \qquad d_{IA} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^{N}\left(|P_i - \overline{O}| + |O_i - \overline{O}|\right)^2} \quad (11)$$

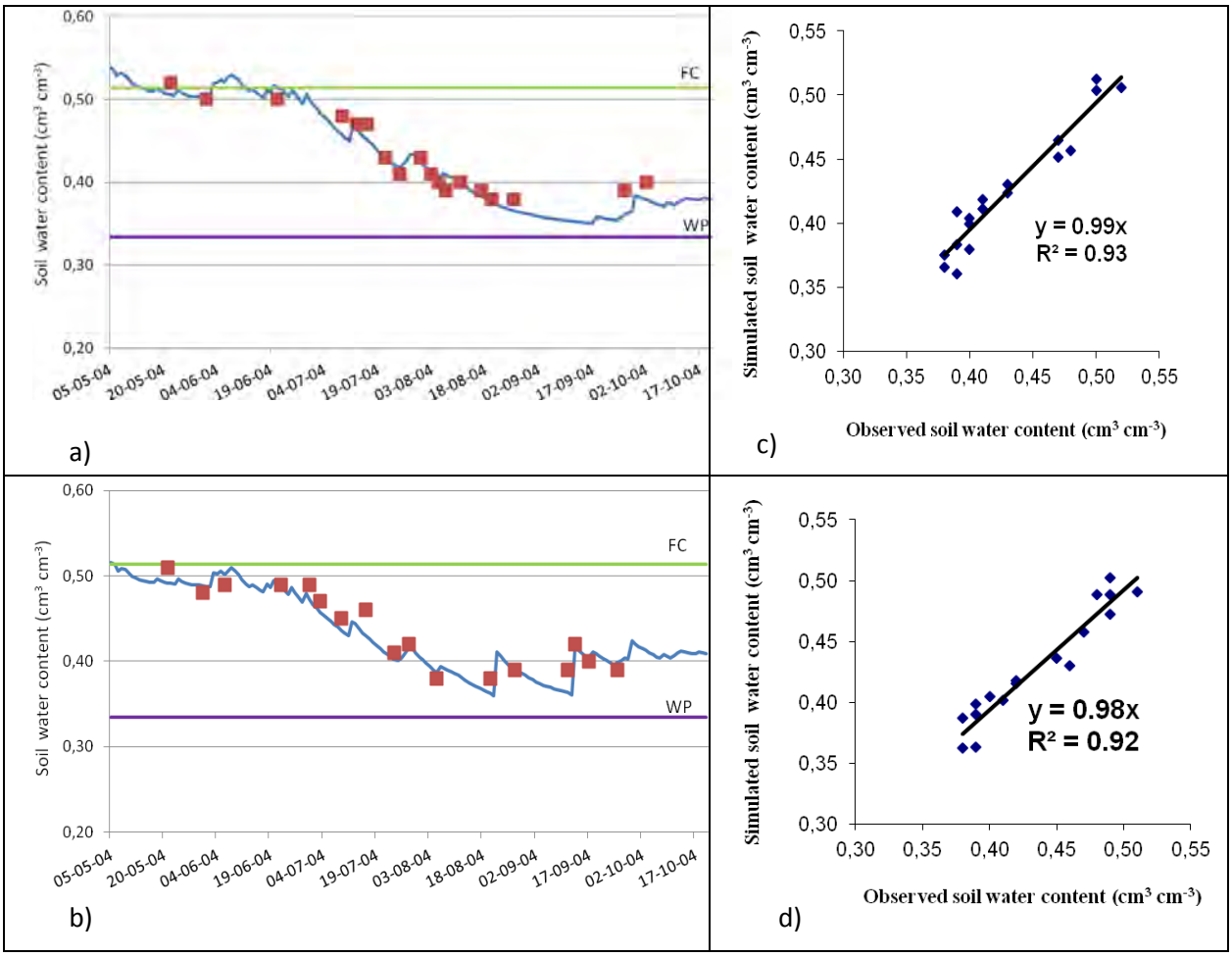
Резултати и обсъждане

Симулациите с модела започва с табличните стойности на параметрите K_{cb}, p, Z_e, TEW и REW a и b на предложени от Allen et al. (1998) за царевица за зърно отчитайки вида на почвата – смолница. Първоначалните стойности на ***Kcb*** и ***p*** са показани в таблица. Относно параметрите на изпарение от почвата първоначалните стойност на Z_e е приета 0.1м , което е определило TEW и REW за слабопропускливата смолница. За изчисляване на дълбоката филтрация параметрите a и b са предложените за този почвин тип от Liu et al. (2006).

Калибрираните коефициенти на културата са дадени в таблица 4. Стойностите на $K_{cb\ ini}$ и $K_{cb\ mid}$ за фазите начално развитие и среда на сезона са в граници на предложените от ФАО56, а стойността на $K_{cb\ end}$ е по-висока поради факта, че зърното е реколтирано при по-висока влажност. Калибрираните параметри на изпарение от почвата са следните Z_e=0.15m, TEW= 40mm и REW=8mm.

На фиг. 2a и 2b са представени резултатите от графическия тест на сравнение между симулираните и измерени величини на съдържание на вода в почвата (SWC) за 2004г. Резултатите показват, че симулациите за почвена влажност са близки да експериментално установените, както при поливни, така и при неполивни условия. Калибрираните параметри K_{cb} и p са валидирани с независима база от данни за 2003 и 2005г. На фиг.2c и 2d е показана регресията между симулираните и измерени стойности на SWC, $cm^3\ cm^{-3}$, отнасящи се до калибровката на модела при поливни фиг.2c и неполивни фиг. 2d.

Показателите за точността на резултатите са представени в табл.3. Те показват регресионен коефициент b близък до 1 и за трите години, т.е. калибрираните параметри позволяват достоверно симулиране на почвената влажност. Коефициентът на детерминация R^2 е висок за годината на калибровка (0.92 и 0.93) както и за годините на валидация (0.90, 0.94 и 0.86). Следователно голяма част от наблюдаваните на полето стойности на SWC се описват от модела. Изчислена стандартната грешка е RMSE = 0.010 $cm^3\ cm^{-3}$ за годината на калибровка и RMSE = 0.013 и 0.014 за тези на валидация. Средната абсолютна грешка е AAE =0.010 cm 3cm-3 за теста на калибровка и съответно AAE = 0.013 $cm^3\ cm^{-3}$ и 0.011 $cm^3\ cm^{-3}$ за годините 2003 и 2005. Тези резултати характеризират много добрата точност на прогнозите със средна относителна грешка ARE по-малка от 2.96 %. Показателят за ефективност на модела EF е висок за 2004г – 0.91 както и за валидацията - 0.87 и 0,90 за 2003г и 0.86 за 2005г. Индексите на съответствие d_{IA} са високи, 0.98 съответно при калибровката и 0.97 и 0.96 при валидацията, което потвърждава получените стойности на показателят за ефективност EF. Следователно грешката при прогнозиране е много по-малка от вариацията на измерваните данни.



Фиг. 2. Сравнение (от ляво) и регресионни зависимости (от дясно) между симулирани (-) и измерени (□) стойности на съдържанието на вода в почвата (SWC, cm^3 cm^{-3}) при: a) и c) поливни, и b) и d) неполивни условия, калибровка (2004г), WP = влажност на завяхване; FC = пределна полска влагоемкост.

Таблица 3. Статистически параметри на точността на прогнозите за съдържание на вода в почвата при калибровката (2004 г.) и валидацията (2003, 2005 г.) на модела

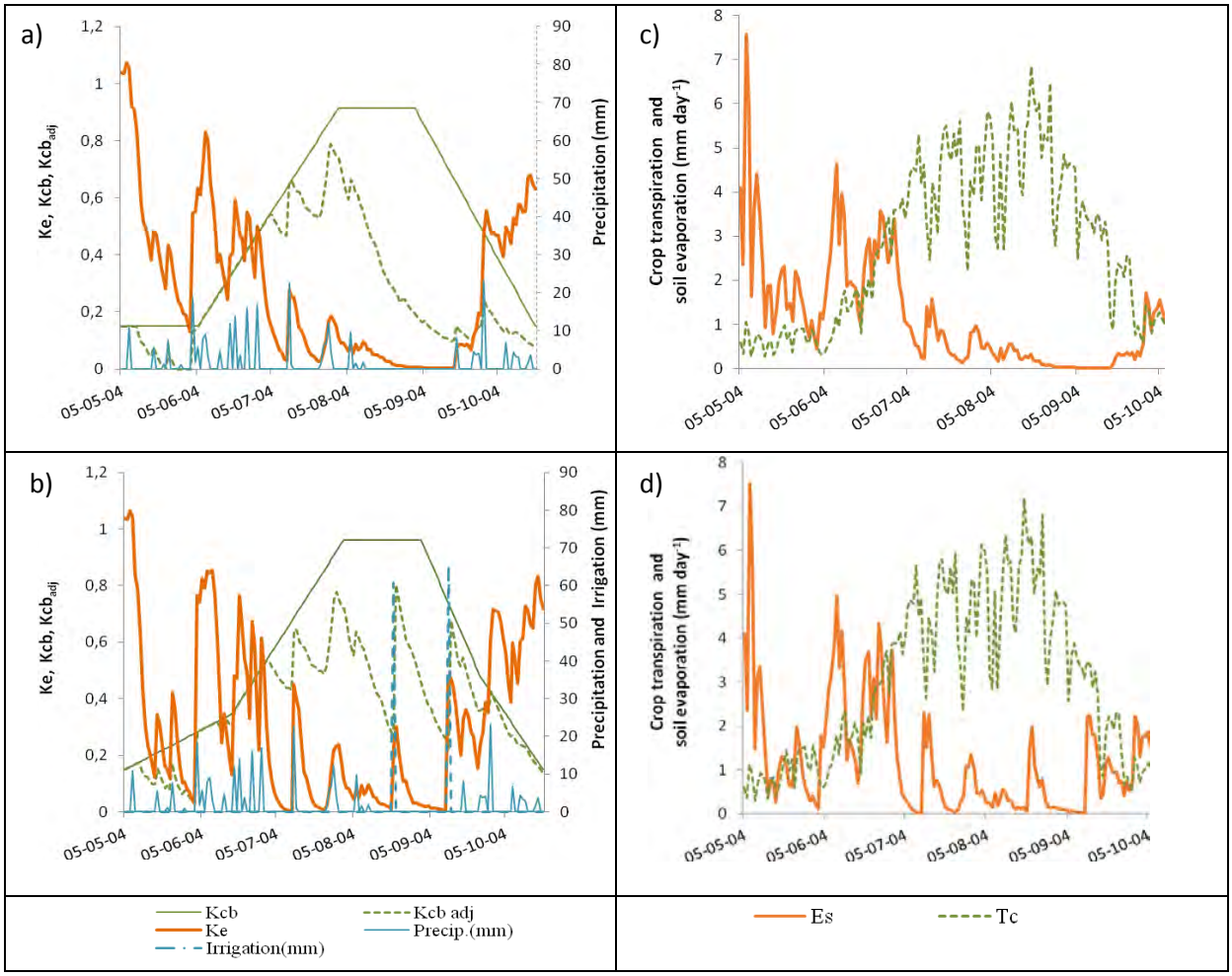
Вегет. сезон / вариант	b	R^2	RMSE (cm^3 cm^{-3})	AAE (cm^3 cm^{-3})	ARE (%)	E max (cm^3 cm^{-3})	EF	d_{IA}
2003, поливно	0.98	0.94	0.013	0.009	1.99	0.038	0.9	0.97
2003, неполивно	0.99	0.90	0.016	0.013	2.96	0.029	0.87	0.97
2004, поливно	0.98	0.92	0.010	0.010	2.59	0.030	0.9	0.97
2004, неполивно - калибровка	0.98	0.93	0.010	0.010	2.50	0.030	0.91	0.98
2005, поливно	0.99	0.86	0.014	0.011	2.39	0.027	0.86	0.96

От калибрираните стойности в табл. 4 се вижда, че основния коефициент на културата K_{cb} е значително по-малък от полученият осреднен коефициент в наши предишни изследвания за Софийско поле (Иванова и Попова, 2011), което дава оценка за частта на изпарението от почвената повърхност.

Таблица 4. Дати на настъпване на фазите на развитие на културата и параметри на моделиране: коефициенти на културата K_{cb} и степен на изчерпване на водата без предизвикване на стрес p

Фаза на развитие Дата	Начално развитие 05/05	Ускорено развитие 01/08	Пълна зрялост 20 Окт
начални K_{cb}	0.10	0.90	0.05
калибрирани K_{cb}	0.15	0.95	0.10
начални *p*	0.45	0.40	0.45
калибрирани *p*	0.55	0.50	0.55

На фиг. 3a и 3b е показано изменението на коефициентите $K_{e,}$ K_{cb} и $K_{cb\ adj}$, валежите и поливките при царевицата през вегетацията на 2004 г., а на фиг 3c и 3d изменението на изпарението от почвата (E_s) и това от растенията (T_c).



Фиг. 3. Отляво: сезонно изменение на $K_{e,}$ K_{cb} и $K_{cb\ adj}$, валежи и поливки при царевицата през 2004г при неполивни (a) и поливни условия (b). Отдясно: Изпарение от почвата (E_s) и изпарение от растението (T_c) при неполивни (c) и поливни (d) условия

Вижда се, че стойностите на коефициента на изпарение от почвата K_e са високи в началото на вегетационния сезон, когато влажността на почвата е висока при сеитба и

валежите са по-чести и намаляват и остават ниски през фазата „среда на сезона”. През вегетацията K_e се характеризира с голяма вариабилност в следствие на валежите и поливките, но се наблюдава тенденция на намаление и ниски стойности през фазата „среда на сезона”, докато земната повърхност е покрита и достъпът на енергия до нея за изпарение от почвата е слаб. Стойностите на E_s (фиг. 3d) и съответно на K_e (фиг. 3b) при поливния вариант са по-високи от тези при неполивни условия.

През фазата „начално развитие” делът на изпарението от почвата E/ET_c е в граници 70-90%. През фазата „среда на сезона” E/ET_c намалява до 10-20%, като стойността е по-висока през годините с влажен поливен сезон и вариантите с напояване. Тъй като през фазата „край на сезона” изпарението от растението и растителното покритие намаляват със изсъхване на листата, а почвената повърхност в контакт с необходимата й енергия за изпарение на вода от почвата се увеличава, отношението E/ET_c започва да нараства и достига средно 40-50%. Разликите в сезоните са големи поради различната честота на навлажняване на почвената повърхност.

Симулираните, чрез подхода предложен от Ritchie (1972), стойности на изпарението от почвата за целия вегетационен период през годината на калибровака са 194mm и 203 mm, което представлява 44 и 40% от ET_c съответно при неполивния и поливен вариант. По-голямата стойност на E при неполивния вариант се дължи на по-ниската гъстота на растенията. За вегетацията на 2003 година процентно изпарението от почвата е 36 и 41% от ET_c при неполивни и поливни условия, а за 2005 - 35%. По-големите стойности на E през 2003г спрямо 2004 и 2005 се дължат на реализираната по-ниска гъстота на растенията и предсеитбено преовлажняване на почвата и при поливния и при неполивния вариант.

Заключение

Моделът SIMDualKc е калибриран и валидиран за царевица, Софийското поле. Точността на модела при симулиране на съдържанието на вода в почвата се характеризира със AAE=0.010 $cm^3\ cm^{-3}$ за годината на калибровка и AAE<0.013cm^3cm^{-3} за годините на валидация. Критерият за ефективност на модела е висок при калибровката EF=0.91 както и за годините на валидация: 0.87 и 0.86. Стандартната грешка на прогнозата RMSE=0.010 за годината на калибровка и под 0. 016 за годините на валидация е оценена като напълно допустима.

Моделът SIMDualKc и в частност прилагането на подхода на двойния коефициент на културата е стъпка напред в средствата за по-прецизно симулиране на баланса на водата в почвата. Резултатите показват възможността за по нататъшното му прилагане за разработване на водоспестяващи поливни режими и лесно адаптиране на коефициентите K_{cb} само на основата на подходящо определени дати на настъпване на основните фази на развитие на царевицата.

Литература

Донева, Е. 1976. Характер и влияние на хидрофизичните свойства на почвата върху влагообмена в ненаситена почва. Дисертация за степен “кандидат на селскостопанските науки”, ВИСИ. София.

Иванова, М., Попова З., 2011. Валидация на модел и коефициенти на културата чрез експерименти с царевица в Софийско: 542-548. Доклад на Национална конференция с международно участие "100 години почвознание в България", София-Институт по почвознание Н.Пушкаров.

Попова, З. 2007. Валидация на модела ISAREG и на коефициентите на културата при смолница и излужена канелена горска почва в тракийската равнина. Научни доклади "60-години ИП Н.Пушкаров-Почвознанието основа за устойчиво земеделие и опазване на околната среда", Стр.397-402.

Попова, З. 2008.Оптимизиране на поливния режим, добивите и влиянието им върху околната среда чрез симулационни модели. Дисертация за присъждане на образователната и научна степен "Доктор на селскостопанските науки", ИП "Н. Пушкаров", София

Попова, З., М. Иванова, К. Донева. 2014. Изследвания върху поливните режими при променящия се климат в района на Пловдив. *Селскостопанска наука*, **47** (No 1) , 3-17

Allen R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Smith, M., Raes, D., Wright, J.L., 2005a. FAO-56 dual crop coefficient method for estimating evaporation from soil and application extensions. Journal of Irrigation and Drainage Engineering (ASCE) 131, 2–13.

Allen, R.G., Pruitt, W.O., Raes, D., Smith, M., Pereira, L.S., 2005b. Estimating evaporation from bare soil and the crop coefficient for the initial period using common soils information. Journal of Irrigation and Drainage Engineering (ASCE) 131 (1), 14–23.

Allen, R.G., Wright, J.L., Pruitt, W.O., Pereira, L.S., Jensen, M.E., 2007. Water requirements. In: Hoffman, G.J., Evans, R.G., Jensen, M.E., Martin, D.L., Elliot, R.L. (Eds.), Design and Operation of Farm Irrigation Systems. , 2nd edition. ASABE, St. Joseph, MI, pp. 208–288.

Liu Y, Teixeira JL, Zhang HJ, Pereira LS, 1998. Model validation and crop coefficients for irrigation scheduling in the North China Plain. *Agri. Water Manag***. 36**: 233-246.

Liu, Y., Pereira, L.S., Fernando, R.M., 2006. Fluxes through the bottom boundary of the root zone in silty soils: parametric approaches to estimate groundwater contribution and percolation. Agricultural Water Management 84, 27–40.

Liu, Y.J., Luo, Y., 2010. A consolidated evaluation of the FAO-56 dual crop coefficient approach using the lysimeter data in the North China Plain. Agricultural Water Management 97, 31–40.

Lopez-Urrea, R., Montoro, A., Gonzбlez-Piqueras, J., Lypez-Fuster, P., Fereres, E., 2009. Water use of spring wheat to raise water productivity. Agricultural Water Management 96, 1305–1310.

Popova Z., S.Eneva, L.S.Pereira, 2005: Irrigation scheduling on vertisol in the Trace plain – part I ISAREG model calibration and crop coefficients. In: Soil Management, Use and Protection (Transactions of the national conference with international participation), Sofia, pp 480-485.

Popova Z., S. Eneva, L.S. Pereira, 2006: Model validation, crop coefficients and yield response factors for irrigation scheduling based on long-term experiments. Biosystems Engineering. 95 (1): 139-149.

Popova Z., Pereira L.S. (2008) Irrigation scheduling for furrow irrigated maize under climate uncertainties in the Thrace plain, Bulgaria, *Journal of Biosystem engineering*. 99(4): 587-597. SW-Soil and Water ISSN: 15375110 DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2007.12.005

Popova Z., L.S.Pereira, M.Ivanova, P. Alexandrova, V. Alexandrov, K. Doneva, M.Kercheva, 2011, Assessment of impact of drought on Bulgarian agriculture through model simulations. Peered-reviewed article in *World Academy of Science Engineering and Technology* 59: 2572-2585 *ICCCGW*, Venice.

Popova Z., L. S.Pereira, 2011, Modeling for Maize Irrigation Scheduling Using Long Term Experimental Data from Plovdiv Region, Bulgaria. *Agricultural Water Management*, Vol. **98** (4): 675-683. doi:10.1016/j.agwat.2010.11.009

Pereira, L.S., Cai, L.G., Hann, M.J., 2003. Farm water and soil management for improved water use in the North China Plain. Irrigation and Drainage 52 (4), 299–317.

Ritchie, J.T., 1972. Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. Water Resources Research 8, 1204–1213.

Rosa, R.D., Paredes, P., Rodrigues, G.C., Alves, I., Fernando, R.M., Pereira, L.S., Allen, R.G., 2012a. Implementing the dual crop coefficient approach in interactive software. 1. Background and computational strategy. Agricultural Water Management103, 8–24.

Rosa, R.D., Paredes, P., Rodrigues, G.C., Fernando, R.M., Alves, I., Pereira, L.S., Allen, R.G., 2012b. Implementing the dual crop coefficient approach in interactive software. 2. Model testing. Agricultural Water Management 103, 62–77.

Zhao, N., Liu, Y., Cai, Paredes, P., J., Pereira, L.S., 2011. Dual crop coefficient modelling applied to the winter wheat-summer maize crop sequence in North China Plain: Basal crop coefficients and soil evaporation component. *Agricultural Water Management*, Vol. **117** (4): 93-105. doi:10.1016/j.agwat.2012.11.008

КАЛИБРИРАНЕ НА ДАННИ ЗА ВЛАЖНОСТ НА ПОЧВАТА ОТ АВТОМАТИЧНИ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ СТАНЦИИ "DAVIS" С ДАННИ ОТ ИЗМЕРВАНИЯ ПО ГРАВИМЕТРИЧЕН МЕТОД

В. Казанджиев, Ж. Гагова, В. Георгиева
НИМХ – БАН, София

CALIBRATION OF SOIL MOISTURE DATA FROM DAVIS AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATIONS WITH DATA BY GRAVIMETRIC MEASUREMENTS

V. Kazandjiev, Zh. Gagova, V. Georgieva
NIMH – BAS, Sofia

Abstract

The measurement of soil water status is one of the main measurements carried out in agrometeorological network of the country. Up to now apply the weighting method of measurement through the taking of soil samples of each 7, 17 and 27 date of months down to one meter depth in every 10 cm. During the last ten years has accelerated the process of automation of agrometeorological network start using of automatic stations. The greatest application from these stations is those producing of the company Davis Instruments – the Davis Vantage Pro2. These stations have the ability to measure both of the main meteorological elements – air temperature and relative humidity, rainfall, total radiation, direction and wind speed and moisture and temperature of soil in four standard depths. Sensors of Davis by which measure soil moisture are Watermark® and use change of electrical resistance to measure the level of moisture in the soil. They do not require periodic maintenance and only need to place them to the desired depth and monitored levels of moisture.

The aim of investigation is to calibrate automatically measured values of soil moisture in centibars with measurements using the standard methodology – gravimetric method – in weight percents and transformed in mm.

Key words: soil moisture measurement, automatic stations, regression model, statistical analysis

Увод

Информацията за водния статус на почвите е от най-голямо значение за агрометеорологичното обслужване. Агрометеорологичните наблюдения от последните 30 години сочат, за нарастваща честота и продължителност на атмосферното и почвено засушаване (Раев Ив. С. Г. Найт, М. Станева 2003), което поставя въпроса за техния мониторинг с нарастваща важност. Регулярните измерванията на почвената влажност в България се извършват в агрометеорологичната мрежа на НИМХ. До момента се прилага тегловния метод на измерване чрез вземане на почвени проби на всяка 7, 17 и 27 дата на месеца на дълбочина до един метър през 10 cm (***). Водата и условията на почвено овлажнение играят особено важна роля през отделните етапи на развитие на

селскостопанските посеви (Славов, Н., Н. Вълков, 1982 и 1989) и формирането на добивите от тях (Hogenboom, G. 2000).

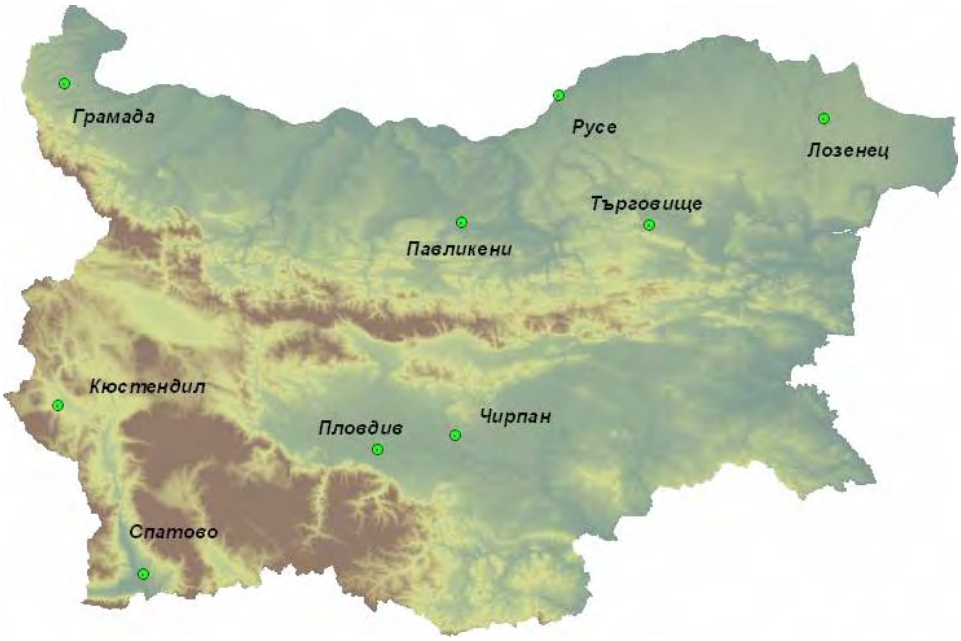
През последните десетина години се ускори процесът на автоматизация на агрометеорологичната мрежа чрез въвеждане в експлоатация на автоматични станции. В наблюдателната мрежа на НИМХ работят автоматични метеорологични станции (АМС) на фирмата *Davis Instruments – Davis Vantage Pro2®.* Тези станции са разположени по начин (Захариев, В. 1965), който да осигурява изискванията на методиките за еднородност на метеорологичните елементи и измерват едновременно характеристиките както на основните метеорологични елементи – температура и относителна влажност на въздуха, сума на валежите, сумарна радиация, посока и скорост на вятъра, така и влажност на почвата и температура на почвата на четири стандартни дълбочини. Сензорите на АМС Davis, с които се измерва влажността на почвата са Watermark® и използват изменението на електрическото съпротивление за измерване на нивото на влагата в почвата. Те не изискват периодична поддръжка по време на вегетацията и измерват влагосъдържанието на различни типове почви и в условията на различни типове климат. Резултатите от измерването се получават в сантибари *(Cb)*, което силно затруднява сравняването и прехода от контактните измервания систематично провеждани по постоянна методика повече от 65 години в агрометеорологичната мрежа на страната.

С това изследване се прави опит за отстраняване на посочените недостатъци като се въвеждат емпирични зависимости за пресмятане на съдържанието на вода в почвата от тегловни проценти в сантибари и обратно. Направен е статистически анализ на получените резултати като са намерени средните стойности за всеки конкретен случай, също и чрез оценката на стандартното отклонение и коефициентите на вариация на различните времени редове.

Получените резултати свидетелстват за добра сходимост на данните, висока степен на корелация и възможност за приложение на данните от АМС за оперативна оценка на водните запаси в почвите, респективно евапотранспирацията и управление на поливането.

Материал и методи

За калибриране са използвани стойностите от измерването на почвената влажност с АМС DAVIS на четири стандартни дълбочини – 30, 50, 70 и 100 cm в пет станции – Лозенец, Русе, Търговище, Кюстендил, Павликени и Грамада и на три дълбочини – 20 cm, 50 cm и 100 cm в Чирпан, Пловдив и Спатово. Станциите в Лозенец, Русе, Търговище, Павликени и Грамада са разположени на черноземи *(Chernozems)*, в Кюстендил, Спатово и Пловдив на канелени *(Chromic Cambisols)*, а в Чирпан *(Vertisols)* на смолница, фиг. 1. Тъй като честотата на измерване на почвената влажност с АМС многократно превишава честотата на вземане на почвени проби и определянето на почвената влага по гравиметричния способ, бяха подбрани онези стойности от измерванията с автоматичните станции, съответстващи по време на измерванията по гравиметричния метод. Редиците бяха анализирани статистически и подложени на корелационен и регресионен анализ (М. Дж. Кендалл, А Стюарт 1976).



Фиг. 1. Пространствено представяне на разположението на AMC Davis

Дължината на редиците от измервания с AMC Davis е различна и зависи от датата на тяхното монтиране и пускане в експлоатация. За подбраните 9 станции тази продължителност е средно три години, което съответства на не по-малко от 90 пробовземания за определяне влажността на почвата по гравиметричния способ.

Резултати и обсъждане

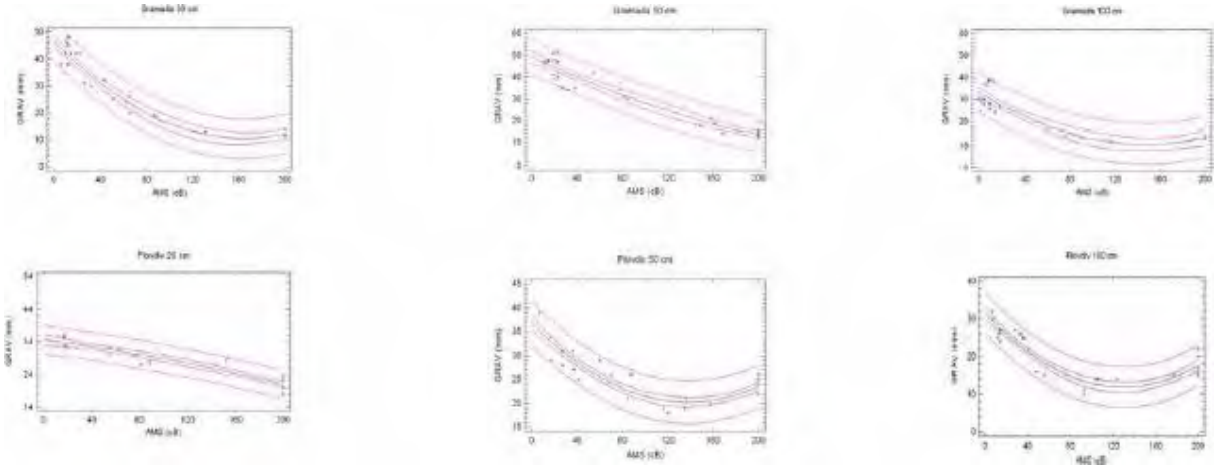
В таблица 1 са показани средните аритметични стойности на измерванията по гравиметричния способ (GRAV) и чрез сензорите Watermark® на AMC, техните стандартни отклонения и коефициентите на вариация. Вижда се, че стандартните отклонения и коефициента на вариация при измерванията по гравиметричния способ имат по-малки стойности, докато при измерванията с AMC тези стойности са по-големи. Тези характеристики показват, че редиците формирани чрез мониторинг с AMC са значително по-нееднородни в сравнение с измерванията по гравиметричния способ. Това се дължи главно на относително голямата инертност сензорите.

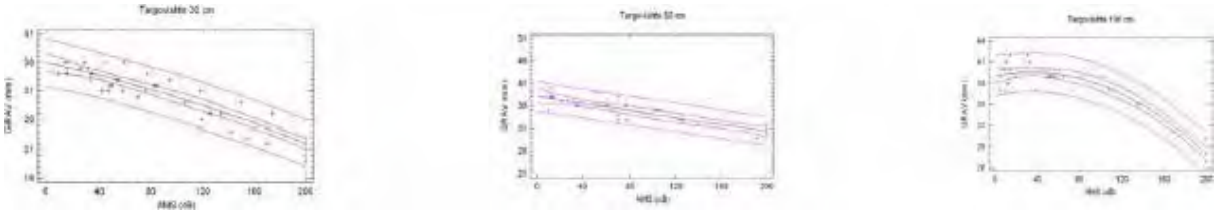
Таблица 1. Статистически характеристики на от данните от измервания по гравиметричния метод и от автоматична станция Davis

	30 cm		50 cm		70 cm		100 cm	
	GRAV	AMS	GRAV	AMS	GRAV	AMS	GRAV	AMS
	Лозенец							
AVG	26	43	28	31	26	31	25	78
STDEV	6	29	7	26	6	21	6	45
CV	0.24	0.68	0.24	0.85	0.23	0.67	0.23	0.57
	Русе							
AVG	29	63	31	52	30	34	28	66
STDEV	5	59	5	68	5	26	6	37
CV	0.16	0.94	0.15	1.30	0.16	0.76	0.21	0.57

	Търговище							
AVG	29	90	33	87	36	66	35	74
STDEV	6	70	6	67	5	63	5	64
CV	0.19	0.78	0.17	0.77	0.15	0.95	0.14	0.87
	Кюстендил							
AVG	22	96	23	105	20	114	20	96
STDEV	10	63	11	72	9	80	9	76
CV	0.45	0.65	0.46	0.69	0.43	0.70	0.45	0.79
	Павликени							
AVG	30	58	31	67	29	63	26	54
STDEV	10	65	7	78	5	70	5	48
CV	0.32	1.12	0.22	1.17	0.17	1.12	0.18	0.88
	Грамада							
AVG	29	73	30	96	29	72	27	67
STDEV	13	74	14	79	13	77	11	80
CV	0.46	1.02	0.45	0.83	0.44	1.07	0.43	1.19
	Чирпан							
AVG	34	130	37	120	-	-	36	91
STDEV	7	84	5	81	-	-	4	79
CV	0.22	0.65	0.15	0.68	-	-	0.11	0.87
	Пловдив							
AVG	27	115	27	116	-	-	21	94
STDEV	7	71	6	70	-	-	7	75
CV	0.27	0.62	0.22	0.60	-	-	0.34	0.79
	Спатово							
AVG	21	64	20	54	-	-	24	53
STDEV	6	63	6	70	-	-	3	59
CV	0.29	0.99	0.29	1.29	-	-	0.15	1.12

На фигура 2 са представени графично, а в табл. 2 аналитичния израз на зависимостите между измерените стойности на влажността на почвата по гравиметричен способ и с АМС.





Фиг. 2. Графично представяне на зависимостта между стойностите за воден статус на почвите измерени по гравиметричен способ и с AMC Davis

Таблица 2. Регресионни зависимости, коефициенти на детерминация и коефициенти на корелация между измерени и изчислени стойности на почвената влажност

Станция	*Регресионна зависимост*	R^2	*R*
Чирпан 20 cm	W_{GRAV} = 42,5-0,27*AMS+ 0,0009* AMS^2	0.82	0.90
Чирпан 50 cm	W_{GRAV} = 45,3-0,15*AMS + 0,0004* AMS^2	0.91	0.95
Чирпан 100 cm	W_{GRAV} = 45,3-0,15*AMS + 0,0004* AMS^2	0.93	0.96
Грамада 30 cm	W_{GRAV} = 37,2-0,31*AMS + 0,0009*AMS^2	0.95	0.97
Грамада 50 cm	W_{GRAV} = 48,06-0,27*AMS + 0,0005* AMS^2	0.95	0.98
Грамада 70 cm	W_{GRAV} = 37,05-0,3*AMS + 0,001*AMS^2	0.90	0.95
Грамада 100 cm	W_{GRAV}= 28,95-0,24*AMS + 0,0008*AMS^2	0.94	0.97
Кюстендил 30 cm	W_{GRAV} = 24,97-0,1*AMS + 0,00006*AMS^2	0.82	0.90
Кюстендил 50 cm	W_{GRAV}= 40,6-0,3*AMS + 0,0009* AMS^2	0.82	0.90
Кюстендил 70 cm	W_{GRAV}= 33,4-0,22*AMS + 0,0006* AMS^2	0.83	0.91
Кюстендил 100 cm	W_{GRAV}= 30,5-0,2*AMS + 0,0003*AMS^2	0.93	0.97
Лозенец 30 cm	W_{GRAV}= 35,1-0,3*AMS + 0,002* AMS^2	0.84	0.91
Лозенец 50 cm	W_{GRAV}= 36,4-0,1*AMS+ 0,0003* AMS^2	0.85	0.92
Лозенец 70 cm	WGRAV= 34-0,16*AMS + 0,0003* AMS^2	0.81	0.90
Лозенец 100 cm	W_{GRAV} = 32,1-0,06*AMS-0,00002* AMS^2	0.90	0.95
Павликени 30 cm	W_{GRAV}= 37,1-0,09*AMS-0,0003*AMS^2	0.92	0.96
Павликени 50 cm	W_{GRAV}= 37,2-0,14*AMS + 0,0003* AMS^2	0.91	0.96
Павликени 70 cm	W_{GRAV}= 33,8-0,1*AMS + 0,0002* AMS^2	0.84	0.92
Павликени 100 cm	W_{GRAV}= 34,1-0,17*AMS+ 0,0004*AMS^2	0.95	0.98
Пловдив 20 cm	W_{GRAV}= 33,9 + 0,05*AMS-0,0006*AMS^2	0.85	0.92
Пловдив 50 cm	W_{GRAV} = 37,6-0,25*AMS + 0,0009*AMS^2	0.83	0.91
Пловдив 100 cm	W_{GRAV}= 31,57-0,3*AMS + 0,001*AMS^2	0.82	0.91
Спатово 20 cm	W_{GRAV} = 19,9 + 0,12*AMS-0,0008*AMS^2	0.86	0.93
Спатово 50 cm	W_{GRAV} = 20,8 + 0,065*AMS-0,0005*AMS^2	0.81	0.90
Спатово 100 cm	W_{GRAV} = 19,7 + 0,2*AMS-0,001*AMS^2	0.81	0.90
Русе 20 cm	W_{GRAV} = 38,84-0,21*AMS + 0,0007*AMS^2	0.96	0.98
Русе 50 cm	W_{GRAV} = 35,65-0,037*AMS-0,0001*AMS^2	0.94	0.97
Русе 70 cm	W_{GRAV} = 36,32-0,12*AMS + 0,0004*AMS^2	0.91	0.95
Русе 100 cm	W_{GRAV} = 32,1 + 0,1*AMS-0,001*AMS^2	0.85	0.92
Търговище 30 cm	W_{GRAV} = 35,96-0,05*AMS-0,00009*AMS^2	0.87	0.93
Търговище 70 cm	W_{GRAV} = 32,1 + 0,06*AMS-0,0004*AMS^2	0.78	0.88
Търговище 50 cm	W_{GRAV} = 40,7-0,06*AMS+ 0,00003*AMS^2	0.81	0.90
Търговище 100 cm	W_{GRAV} = 39,08 + 0,03*AMS-0,0004*AMS^2	0.92	0.96

Заключение

Получени са емпирични зависимости, посредством които могат да бъдат определени стойностите на влажност на почвата на 20-30 cm, 50 cm, 70 cm и 100 cm при три почвени типа – чернозем *(Chernozems)*, чернозем смолница *(Vertisols)* и канелена почва *(Chromic Cambisols).*

Коефициентите на корелация между измерената по гравиметричен способ почвена влажност и изчислената стойност са от 0.9 до 0.98.

Не са забелязани зависимости между типа почва и влажността, дълбочината на измерване и влажността и коефициентите на корелация.

Литература

***Агроклиматичен справочник на България. Изд. Наука и изкуство, 1960. с. 202.

Вълков, Н., Н. Славов, 1989. Числено моделиране водния режим на почви при наличие на посев, Сб. Селскостопанска метеорология, III, 103-108.

Захариев, В. 1965. Изследване статистическата структура на полето на приземната температура над България. Хидрология и метеорология, кн. 6, с. 48-56.

Раев Ив., С. Г. Найт, М. Станева 2003. Засушаването в България-съвременен аналог на климатичните промени. Природни, икономически и социални измерения на засушаването 1982-1994, 2003. Изд. на БАН. 284 с.

Кендалл М. Дж., А. Стьюарт 1976. Многомерный статистический анализ и временные ряды, Москва 1976

Славов, Н., Н. Вълков, 1982. Определяне запасите почвена влага посредством математичен модел, Почвознание и агрохимия, 5, 117-122.

Hogenboom, G. 2000. Contribution of agro meteorology to the simulation of crop production and its applications, J. of Agricultural and forest meteorology, v. 103, pp.137-157.

ДИНАМИКА НА НЯКОИ АГРОКЛИМАТИЧНИ ИНДЕКСИ ПРЕЗ ПЕРИОДА 1990 – 2010 ГОДИНА НА ТЕРИТОРИЯТА НА БЪЛГАРИЯ

Валентин Казанджиев*, Веска Георгиева*, Милена Мотева**
**НИМХ – БАН, София*
***ИПАЗР „Н. Пушкаров", София*
E-mail: Valentin.Kazandjiev@meteo.bg

DYNAMICS OF SOME AGRO CLIMATIC INDICES DURING 1990-2010 IN THE TERRITORY OF BULGARIA

Valentin Kazandjiev*, Veska Georgieva*, Milena Moteva**
**NIMH – BAS, Sofia*
***N. Pushkarov ISSAPP, Sofia*

Abstract

The period of the current climate is the subject of numerous studies related to the evaluation of fluctuations and trends of the main weather elements. Agro-meteorological conditions characterized by specific indicators and indices are also extensively studied. The results of these studies outline areas with different trends on the agricultural production.

In the last decade of the past century and the first of 21-th century were observed some very dry and very wet years, which are a result from the increased frequency and magnitude of extreme weather events. This directly affects the conditions for growth and development of crops and crop yield.

The purpose of this study is to evaluate the change of climatic conditions and their role amending agro-climatic conditions during the period 1990 - 2010 for growing the major agricultural crops.

The agrometeorological conditions on arable land in Bulgaria are established as subarid (I_{DM}<25 mm/^{o}C >30 mm/^{o}C). The statistically significant worsening tendencies of during the period 1971-2010 are observed during April-June. PET (Thorntwaite) also increase during two periods April-June and July-August and tendencies is statistically significant.

These investigations are used for forecasting the hydrothermal conditions and adaptation of the agricultural practices.

Key words: Agrometeorological indeces, DeMarton, Thorntwaite, PET, Mann-Kendall

Увод

Периодът на съвременния климат е предмет на многобройни изследвания, свързани с оценка на колебанията и тенденциите на изменение на основните метеорологични елементи (Alexandrov, 2007). Агрометеорологичните условия, характеризирани със специфични показатели и индекси също са обстойно изследвани (Kazandjiev et al., 2009, Eitzinger et al., 2008). Резултатите от тези изследвания очертават райони с различни тенденции на територията на земеделското производство (Kazandjiev et al., 2009).

През последното десетилетие на миналия и първото на настоящия век бяха наблюдавани няколко много сухи и много влажни години, които са резултат от повишената честота и амплитуда на екстремните прояви на времето (Alexandrov, 2011, Bocheva, 2012).

Това влияе пряко върху условията за растеж и развитие на земеделските култури и добивите от тях.

Целта на настоящото изследване е да се оценят колебанията на климатичните условия и ролята им за изменение на агроклимати

чните условия през периода 1990 – 2010 г. за отглеждане на основните земеделски култури.

Материал и методи

Използвани са данни за средните месечни температури и суми на валежите за 28 станции, разположени на територията на земеделското производство с надморска височина до 800 m (фиг. 1).

За анализ на условията са използвани индексите на ДеМартон и Торнтуайт. Индексът на сухотата на De Martonne (I_{DM}) е изчислен по формулата: $I_{DM} = \frac{P}{T+10}$ (De Martonne, 1925), където: P – годишна сума на валежа, mm; T – средногодишна температура на въздуха, °C.

Потенциалната евапотранспирация (*PET*) по Thorntwaite е изчислена по следната формула: $PET = 1{,}6(10t/I)^a$ (Thorntwaite, 1948), където: *PET* – месечна евапотранспирация, cm; t – средна месечна температура на въздуха, °C; $I = \sum_{1}^{12} i$, i=(t/5)^{1,514} – месечен топлинен индекс, °C; a – коефициент, който варира в зависимост от топлинния индекс: $a = 0{,}000000675I^3 - 0{,}0000771I^2 + 0{,}01792I + 0{,}49239$.

Статистическата оценка на тенденциите е извършена по оценка чрез непараметричния тест на Mann-Kendall. Значимостта на тренда е отбелязана както следва:*** α = 0.001; ** α = 0.01;* α = 0.05;+ α = 0.1. За пространственото разпределение на индексите е използван ArcGIS Geostatistical Analyst. Интерполацията е извършена чрез Inverse Distance Weighting.

Резултати и обсъждане

Определен е годишният индекс на сухотата на ДеМартон (I_{DM}).

IDM	Класификация на климата
I<10	Сух до много сух
15≤I≤24	Полусух
24<I≤30	Умерено сух
30<I≤35	Частично влажен
35<I≤40	Умерено влажен
40<I≤50	Влажен
50<I≤60	Много влажен
60<I≤187	Изключително влажен

По-голямата част от територията на страната се намира в с умерено сухи условия със стойности на I_{DM} 25 и 30 mm/°C. Изкючение правят районите на Добруджа, част от Тракийската низина и Петричко-Сандански район (Фиг. 2), където условията

се характеризират като полусухи. Това съвпада с подобни изследванията в Румъния (Lingu et al., 2011), които също са установили такива стойности за района на Добруджа.

С цел характеризиране на климатичните условия през потенциалния вегетационен период са определени стойностите на I_{DM} през 1971 – 2010 г. За характеризиране на условията за зимните житни е определен периода април-юни, а за пролетните култури - юли-август. Сравнени са средните стойности за 1971-1990 г и 1991-2010 г. (Фиг. 3 и 4.).

През април-юни през 1990-2010 г. условията на изпарение са се влошили с до -8 mm/°C. Само в района на Шумен и Ц. Брод отклоненията са положителни. Най-малко е изменението в Петричко-Сандански район и Североизточна България. Анализът на тенденциите на изменение за целия период 1971-2010 г. показва статистически значими отрицателни изменения на I_{DM} с ниво на значимост $\alpha = 0.01$ в Любимец, Търговище, Русе и Кнежа. В Исперих, Сливен, Карнобат, Ямбол, Хасково, Чирпан, Пловдив и Пазарджик измененията са отрицателни и значими с ниво на значимост $\alpha = 0.05$.

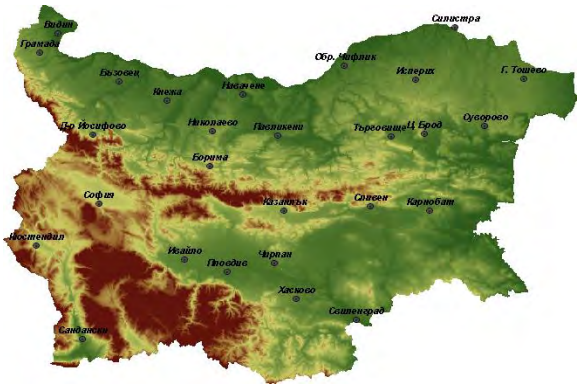
През юли-август отклоненията варират между -5 и 5 mm/ °C. Влошаване на условията се наблюдават в Тракийската низина, централната част на Дунавската равнина и Лудогорието (Фиг. 4), но това не променя типът климат. Статистически значимо изменение със степен на значимост $\alpha = 0.05$ е установено в Хасково.

Първото десетилетие на настоящия век се отличава с няколко влажни и сухи години и затова характеристиката им по отношение на агрометеорологичните условия представлява особен интерес. За целта сравнихме стойностите на I_{DM} през този период с тези за периода 1971-2000 г. за същите периоди – април-юни и юли-август (Фиг. 5.). През първия период април-юни отклоненията са по-големи от тези през 1990-2010 г. и достигат до -8 mm. Агрометеорологичните условия през пролетната вегетация на зимните житни се влошават почти на цялата територия на страната. Изключение правят само западната част на Тракийската низина и Петричко-Сандански район. През юли-август влошаване на агрометерологичните условия са установени само в някои източни райони (Фиг. 6.).

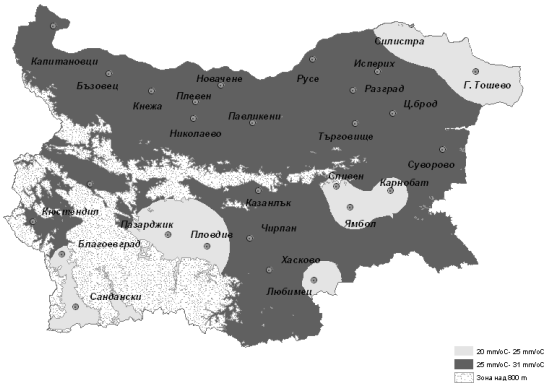
В останалите райони се наблюдава подобряване на условията с близо 9 mm/°C. Същите тенденции се наблюдават и при потенциалната евапотранспирация по Торнтуайт. През април-юни отклоненията варират между -4 и 18 mm/°C. Влошаване на условията се наблюдават в почти цялата територия на земеделското производство (Фиг. 5). Изключение прави района на Новачене и Павликени, където през втория период стойностите на PET са по-малки. Оценката на тенденциите показва статистически значими полоцителни такива с различни нива на значимост: $\alpha = 0.001$- Капитановци, Ямбол, София и Сандански; $\alpha = 0.01$ за Плевен, Николаево, Русе, Силистра, Сливен, Хасково, Любимец, Кюстендил и Благоевград; $\alpha = 0.05$ за Бъзовец, Исперих, Търговище, Суворово, Чирпан, Казанлък и Пазарджик.

През периода юли-август потенциалната евапотранспирация се увеличава с близо 35 mm/°C. Положителни са отклоненията в по-голямата част на територията на страната (Фиг. 8.). Изключение прави само районът на Разград. Във всички, изследвани станции са отчетени положителни, статистически значими тенденции с различни нива на значимост.

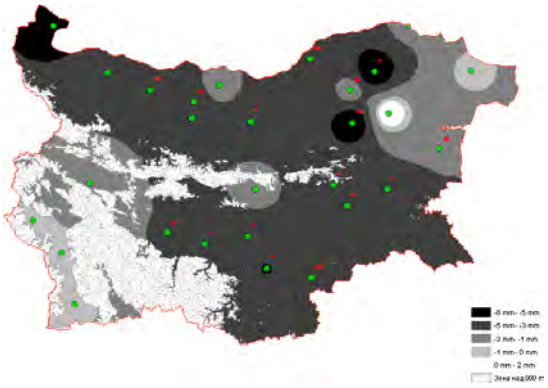
Първото десетилетие на нашия век запазва тенденциите на изменеие на PET през април-юни, но увеличението достига 25 mm/°C, а териториите с намаление на PET намалява. През юли-август PET се увеличава по цялата територия на страната, а и стойностите се увеличават до 45 mm/°C.



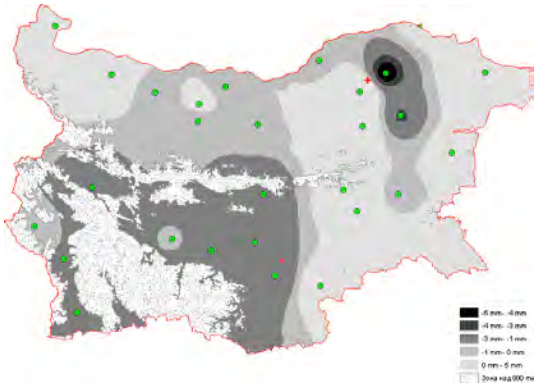
Фиг. 1. Разположение на станциите, използвани в изследването



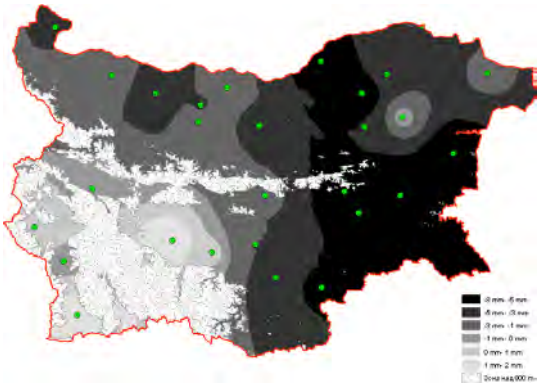
Фиг. 2. Пространствено представяне на Индекс на сухотата (I_{DM}) за периода 1990-2010 г.



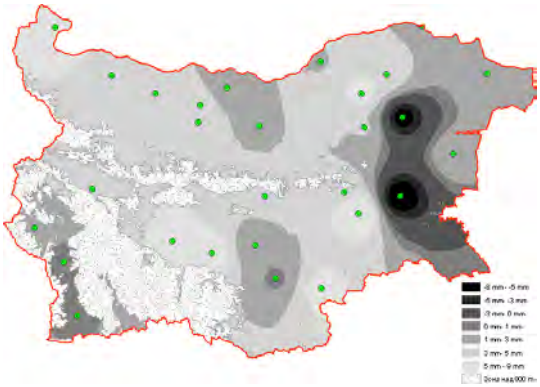
*Фиг. 3. Пространствено разпределение на отклоненията на I_{DM} (IV-VI) за периодите 1971-1990 и 1991 – 2010 г. Анализ на тенденциите на изменение за периода 1971-2010 г. *** α= 0.001; ** α= 0.01; * α= 0.05; + α= 0.1*



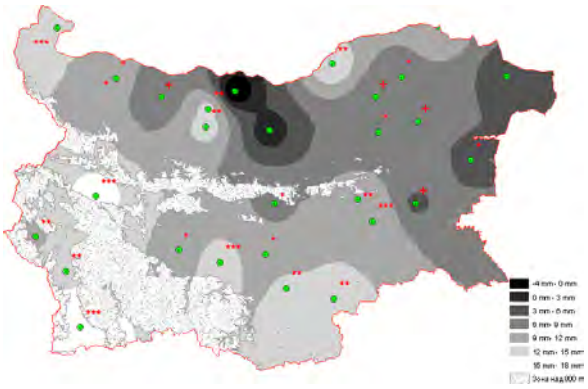
*Фиг. 4. Пространствено разпределение на отклоненията на I_{DM} (VII-VIII) за периодите 1971 – 1990 и 1991 – 2010 г. Анализ на тенденциите на изменение за периода 1971 – 2010 г.*** α= 0.001; ** α= 0.01;* α= 0.05; + α= 0.1.*



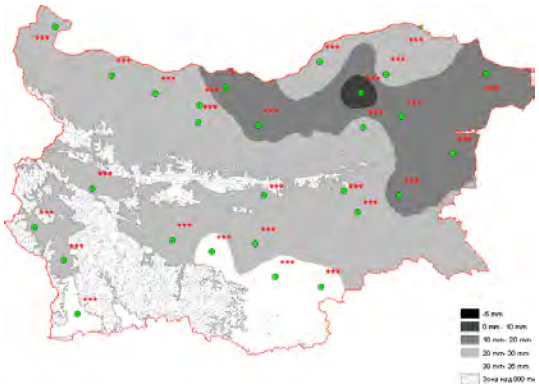
Фиг. 5. Пространствено разпределение на отклоненията на I_{DM} на периода 2000-2010 г. спрямо 1971 – 2000 г. през периода април-юни



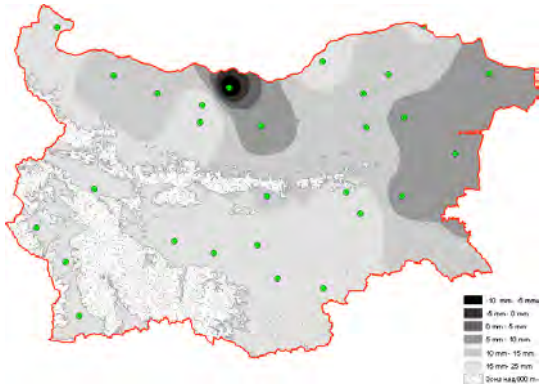
Фиг. 6. Пространствено разпределение на отклоненията на I_{DM} на периода 2000-2010 г. спрямо 1971-2000 г. през периода юни-юли



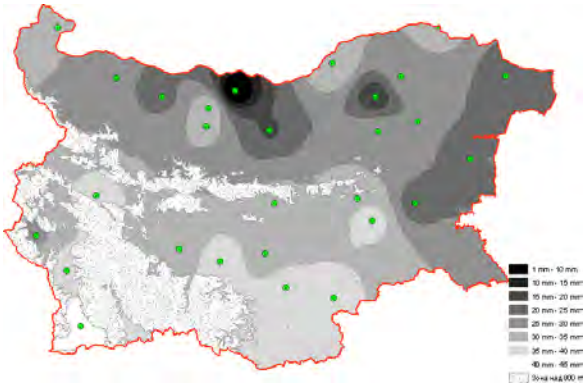
*Фиг. 7. Пространствено разпределение на отклоненията на сумата на потенциалната евапотранспирация (IV-VI), определена по Торнтуайт за периодите 1971-1990 и 1991 – 2010 г. Анализ на тенденциите на изменение за периода 1971-2010 г. *** α= 0.001; ** α= 0.01;* α= 0.05;+ α= 0.1*



*Фиг. 8. Пространствено разпределение на отклоненията на сумата на потенциалната евапотранс-пирация (VII-VIII), определена по Торнтуайт за периодите 1971 – 1990 и 1991 – 2010 г. Анализ на тенденциите на изменение за периода 1971-2010 г. *** α= 0.001; ** α= 0.01;* α= 0.05;+ α= 0.1*



Фиг. 9. Пространствено разпределение на отклоненията на PET на периода 2000-2010 г. спрямо 1971 – 2000 г. през периода април-юни



Фиг. 10. Пространствено разпределение на отклоненията на PET на периода 2000-2010 г.. спрямо 1971-2000 г. през периода юни-юли

Заключение

Агроклиматичните условия на територията на обработваемите земи на България, характеризирани чрез индекса на сухотата на Де Мартон се определят като умерено сухи, със стойности на I_{DM}<25 mm/ºC >30 mm/ºC. Незначително е изменението на I_{DM} през периода 1990-2010 г спрямо 1971-1990 г. в западната част на Тракийската низина и Петричко-Сандански район, а най-голямо в Източна България. Статистически значими тенденции на изменение за перода 1971-2010 г. са отчетени през април-юни с нива на значимост α= 0.01 и α= 0.05. През първото десетилетие на настоящия век, в сравнение с периода 1971-2000 г. тенденциите на изменение се засилват през периода април-юни, докато през юли-август такава тенденция се наблюдава само в част от Черноморието.

Подобни тенденции се отчитат и при PET. Изпарителната способност на атмосферата се увеличава през 1991-2010 г. спрямо 1971-1990 г.и през двата периода - април-юни и юли-август. Незначително намаление се наблюдава само в ограничени райони на Северна България. Статистически значимо увеличение на PET с ниво на значимост $\alpha = 0.001$ и $\alpha = 0.01$ се наблюдава през юли-август във всички, разглеждани станции. През първото десетилетие на този век спрямо последните тридесет години на миналия PET се увеличава.

Литература

Александров В. (2006) Москва. Колебания и изменения климата и их влияние на экосистемы Юго-восточной и Ценртальной Европы, а также Юго-восточных районов США, Автореферат докторского тезиса на соискание ученной степени доктора физико-математических наук, 111 стр.

Александров В. (2011). Сушата в България, 44 стр. София

Bocheva L. (2012). Seasonal variation of heavy precipitation events and distribution of stormy days in Bulgaria (1991 – 2010), BALWOIS, 28 May – 02 June 2012, Ohrid, Republic of Macedonia (ISBN 978-608-4510-10-9).

De Martonne, E. (1925). Aréisme et indice artidite, Compte Rendu de L'Acad. Sci., Paris 182, 1395-1398

Eitzinger J., S.Thaler, S.Orlandini, P.Nejedlik, V.Kazandjiev, V.Vucetic, T.H.Sivertsen, D.T.Mihailovic, B.Lalic, E.Tsiros, N.R.Dalezios, A.Susnik, Christian K.C.Kersebaum, N.M.Holden, R.Matthews. (2008). Agroclimatic Indices and Simulation Models, in "Survey of Agrometeorological Practices and Applications in Europe, Regarding Climate Change Impacts", ESF, COST 734, 15-114 p.

Kazandjiev V., V. Georgieva, M. Mote-va. (2009). Climate change, agroclimatic resources and agroclimatic zoning of agriculture in Bulgaria, 2009. 9-th EMS / ECAM Conference, Toulouse, France http://www.emetsoc.org/file-admin/ems/dokumente/annual_meetings/2009/AW12_EMS2009-543.pdf

Lingu M., L. Panaitescu, S. Nita. (2011). Aridity Climatic Risk Phenomenon in Dobrudja, Present Environment and Susstainable Development, vol. 5, 1, pp.179-189.

Thorntwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. The Geographycal Rev., 38(1), 55-94

Благодарности. Настоящият доклад е разработен със съдействието на проект BG 051PO001-3.3.06-0063 „Развитие на човешките ресурси",финансиран от Европейски социален фонд.

ВЛИЯНИЕ НА УСЪВЪРШЕНСТВАНИ ПРОТИВОЕРОЗИОННИ ТЕХНОЛОГИИ ВЪРХУ НЯКОИ ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА НА ПОЧВАТА, ХУМУСНИ ПОКАЗАТЕЛИ И МИКРОБИОЛОГИЧНА АКТИВНОСТ, ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ЦАРЕВИЦА НА НАКЛОНЕНИ ТЕРЕНИ

Гергана Кунчева, Петър Димитров
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

IMPACT OF ADVANCED TECHNOLOGIES ON SOME PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL, HUMIC SUBSTANCES AND MICROBIOLOGICAL ACTIVITY IN MAIZE GROWING ON SLOPE AREAS

Gergana Kuncheva, Petar Dimitrov
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

In this paper, based on some of the results obtained in three-year studies of advanced technologies including minimum and non-traditional (surface and vertical mulching with compost) tillage, proves their positive impact on individual soil, humus and microbiological parameters in conditions of calcareous chernozem in growing corn for grain.

***Key words*:** water erosion, technologies, soil parameters, humus, microbiological activity

Увод

Поради географските, климатични и почвени условия в България, най-значителният деградационен процес е водната ерозия на почвата. Тя намалява общата производителност на земните екосистеми по няколко начина. На първо място, ерозията води до увеличаване на повърхностния воден отток, като по този начин намалява проникването на водата и влагозапасеността на почвата (Pimentel et al., 1995). Също така, в процеса на ерозия се разрушава почвената структура, губят се почвено органично вещество и достъпните за растенията хранителни елементи. При протичането на водна ерозия промените в някои химични и физични свойства на почвата, като нарушена почвена структура, порьозност, твърдост, водопропускливост, аерация, запаси на почвено органично вещество и минерални вещества, води до изцяло променена среда за развитие на почвените микроорганизми (Norman and Newman, 1941). Тъй като почвената микрофлора е основа за стабилността на почвената екосистема, негативните промени в нейното количество и активност, въздейства върху биогеохимичните цикли, изхранването на растенията, поддържане на почвената структура и общото състояние на почвите. Промени в структурата на микробните съобщества, в резултат на изменение във физичните и химични свойства на почвата, могат да служат като индикатор за протичане на деградационните процеси (Hamer, 2009).

Отчитайки всичко това в Опитна станция по борба с ерозията гр. Русе към ИПАЗР „Никола Пушкаров" се разработиха, приложиха и изследваха усъвършенствани противоерозионни технологии, използващи минимални и нетрадиционни обработки (повърхностно и вертикално мулчиране с готов компост), влияещи върху някои

физични свойства, хумусни показатели и микробиологичната активност на почвата, при отглеждане на царевица на наклонени терени.

Целта на настоящата разработка е на основата на получените резултати от проведените изследвания с тези усъвършенствани почвозащитни технологии за отглеждане на царевица на наклонени терени, да се покаже положителното им влияние върху някои почвени, хумусни и микробиологични показатели в условията на карбонатен чернозем.

Материал и методи

Изследването е проведено през 2012 - 2014 година, в землището на с. Тръстеник, област Русенска, в опитното поле на Институт по почвознание „Никола Пушкаров“ гр. София, на средно ерозиран карбонатен чернозем, с наклон на терена 5^0 (8,7%).

Заложен и изведен е полски опит по блоковия метод с царевица за зърно в четири варианта, с четири повторения, като вариантите на опита са:

d_o – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана по наклона на склона – контрола;

d_1 – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана напречно на склона;

d_2 – посев царевица, отглеждан по противоерозионна технология, включваща повърхностно мулчиране с готов компост, прилагана напречно на склона;

d_3 – посев царевица, отглеждан по противоерозионна технология, включваща основна обработка на почвата без обръщане на пласта – разрохкване и почвозащитните мерки вертикално мулчиране с готов компост, прорязване с ходообразуване едновременно със сеитбата и окопаването, и браздообразуване с прорязване и ходообразуване, прилагани напречно на склона.

По утвърдена методика през тригодишния период на полския експеримент са извършвани почвени, агрохимични, ерозионни и микробиологични изследвания. Ежегодно са проведени наблюдения и са установени стойностите на обемната плътност, твърдост, общата порьозност и влажността на почвата.Определени са съдържание на хумус по метода на Тюрин, както и фракционен състав по метода на Кононова-Белчикова. Изолирана и количествено е отчетена сапрофитна почвена микрофлора по метода на Кох върху МПА (месо пептонен агар) – за бактерии, САА (скорбяло амонячен агар) – за актиномицети, среда на Чапек – за плесенни гъби, РПА (разреден почвен агар) – за олиготрофна почвена микрофлора, среда на Ешби за азотфиксиращи бактерии и среда на Хътчинсон за определяне на целулозоразграждащи микроорганизми.

Резултати и обсъждане

Получените през три годишния период на изследването резултати за почвените показатели обемна плътност, обща порьозност и твърдост на почвата са дадени в Табл.1. От тях се вижда, че обемната плътност в началото при залагане на полския опит, преди сеитбата на царевицата при вариантите с традиционни обработки по наклона на склона и напречно на наклона на склона (d_0 и d_1) е с едни и същи стойности -1,34 kg/cm^3 (средно за тригодишния периода на изследване). При варианта с

повърхностно мулчиране с компост - d_2, стойността на обемната плътност е малко по-ниска – 1,32 kg/cm^3, а най-ниската е при варианта с приложени минимални обработки и вертикално мулчиране – d_3 (1,26 kg/cm^3). При максимален растеж на културата и след прибирането и средно за периода на експеримента обемната плътност нараства и е най-висока при варианта d_0 (1,38 и 1,35 kg/cm^3). При използване на тази технология напречно на наклона на склона, стойностите на този показател при различните изследвания са съответно 1,35 kg/cm^3 и 1,32 kg/cm^3. При прилагане на повърхностно мулчиране с компост обемната плътност намалява на 1,29 kg/cm^3, при максимален растеж на растенията и 1,27 kg/cm^3 при тяхното прибиране. При вариант d_3 с приложени минимални обработки и вертикално мулчиране с готов компост този показател е с най-ниска средна стойност, съответно 1,26 kg/cm^3 при максимален растеж и 1,18 kg/cm^3 при прибиране на реколтата..

Общата порьозност е най-висока при вариант d_3, а най-ниска при вариант d_0, при който са приложени традиционни обработки по наклона на склона и действието на ерозионния процес и преминаването на обработващата техника оказват най-голямо въздействие. При залагане на опита преди сеитба общата порьозност е сходна при вариантите с традиционни обработки (50,55% - 51,29% средно за периода 2012 - 2014).

При фази максимален растеж и след прибиране на реколтата, този показател при различните варианти показва една и съща тенденция на изменение, като най-ниска е общата порьозност при варианта с прилагането на традиционни технологии по наклона на склона (49,08% и 50,19%), следван от варианта с традиционни обработки напречно на наклона на склона (50,19%, 51,29%), този с повърхностно мулчиране (52,40%, 53,14%) и най-висока обща порьозност се наблюдава при варианта с минимални обработки и вертикално мулчиране с готов компост (53,51%) при максимален растеж, 56,46% при прибиране на реколтата).

Промените в твърдостта на почвата при различните варианти на опита с царевица за зърно са свързани и зависят от обемната плътност на почвата и при варианта без почвозащитни обработки d_0, твърдостта на почвата е най-висока във всички фази на развитие на земеделската култура. В началната фаза (преди сеитба) стойностите на този показател са с минимални разлики между различните варианти, но прилагането на почвозащитни обработки води до по-ниска твърдост при варианти d_2 и d_3 в сравнение с d_0. При вариант d_0 в крайната фаза на изследване (прибиране на реколтата) твърдостта на почвата е съответно 1,17 1,31 и 1,47 пъти по-висока в сравнение с тази при d_1, d_2 и d_3 (табл. 1).

През периода на експеримента е проследяван и показателя влажност на почвата, който характеризира както влагозапасяващия ефект, така и противоерозионната ефективност на използваните технологии (табл. 2). При измерване на влажността на почвата се установява, че и през трите години на изследване и в трите наблюдавани фази, влажността на почвата в слоя 0-150 cm е най-ниска при контролата d_0.

Таблица 1. Обемна плътност (g/cm³), обща порьозност(%) и твърдост на почвата (kg/cm²) в слоя 0-40 cm, при опит царевица 2012-2014 г.

Вари - анти	Преди сеитба			При максимален растеж			След прибиране на опита		
	Обемна плътност	Обща порьозност	Твър - дост	Обемна плътност	Обща порьозност	Твър - дост	Обемна плътност	Обща порьозност	Твър - дост
2012 г.									
d_0	1.26	53.51	13.34	1.30	52.03	32.82	1.32	51.29	27.41
d_1	1.26	53.51	13.34	1.26	53.51	31.12	1.27	53.14	24.52
d_2	1.26	53.51	13.34	1.24	54.24	29.57	1.24	54.24	22.34
d_3	1.15	57.57	10.57	1.21	55.35	25.60	1.20	55.72	21.25
2013 г.									
d_0	1.37	49.45	16.82	1.48	45.39	34.06	1.41	47.97	39.09
d_1	1.37	49.45	16.82	1.46	46.13	22.42	1.37	49.59	32.50
d_2	1.34	50.55	15.70	1.39	48.71	18.12	1.32	51.29	29.21
d_{32}	1.31	51.66	14.56	1.36	49.82	15.36	1.19	56.09	26.26
2014 г.									
d_0	1.40	48.34	14.78	1.35	50.19	18.69	1.33	50.92	25.91
d_1	1.40	48.34	14.78	1.34	50.55	16.21	1.32	51.29	21.89
d_2	1.35	50.19	11.20	1.25	53.87	11.27	1.25	53.87	19.02
d_3	1.32	51.29	10.10	1.20	55.72	10.45	1.14	57.93	15.18
2013-2014 г.									
d_0	1.34	50.55	14.98	1.38	49.08	28.52	1.35	50.19	30.80
d_1	1.34	50.55	14.98	1.35	50.19	23.25	1.32	51.29	26.30
d_2	1.32	51.29	13.41	1.29	52.40	19.65	1.27	53.14	23.52
d_3	1.26	53.51	11.74	1.26	53.51	17.14	1.18	56.46	20.90

ANOVA: Обемна плътност p= 0.000558; HSD[0.05]=0.08; HSD[0.01]=0.1; Обща порьозност: P=0.0001HSD[0.05]=2.49; HSD[0.01]=3.13; Твърдост p<0.0001; HSD[0.05]=3.62; HSD[0.01]=4.56

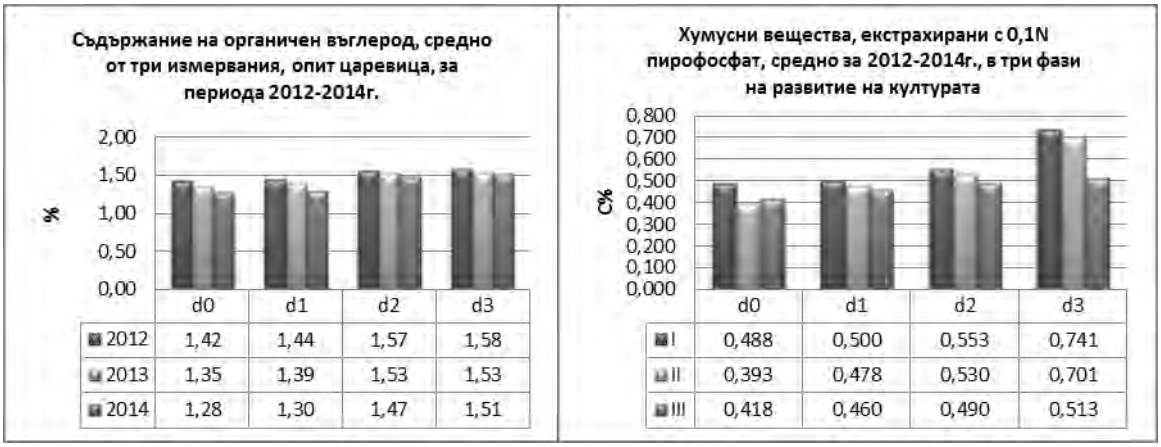
Таблица 2. Влажност на почвата в 0-150 cm

Години	**Фази на развитие**	**d_0**	**d_1**	**d_2**	**d_3**
2012 г.	Преди сеитба	19.99	20.21	20.60	21.37
	При максимален растеж	7.71	8.25	8.98	11.53
	След прибиране на реколтата	8.72	9.05	9.06	9.39
2013 г.	Преди сеитба	15.60	15.60	15.90	16.41
	При максимален растеж	13.85	14.30	15.06	15.09
	След прибиране на реколтата	9.32	9.86	10.62	11.11
2014 г.	Преди сеитба	17.90	17,95	19,90	20.03
	При максимален растеж	14.17	14.25	15.15	19.95
	След прибиране на реколтата	10.45	10.56	11.52	13,40
2012-2014 г.	Преди сеитба	17,83	17.92	18,80	19,27
	При максимален растеж	11,91	12,27	13,06	15,52
	След прибиране на реколтата	9,50	9,82	10,40	11,30

ANOVA p=0.000111; HSD [0.05]=1.17; HSD[0.01]=1.48; d_0 vs d_3 P<0.01; d_1 vs d_3 P<0.01; d_2 vs d_3 P<0.01

Влажността при вариантите с традиционни обработки, приложени напречно на склона, с повърхностно мулчиране и с вертикално мулчиране с готов компост е по-висока средно съответно с 0,09%, 0.97% и 1.44% за началната фаза на изследване (преди сеитба). В следващите две фази (максимален растеж и прибиране на реколтата) влажността при вариант d_1 е съответно с 0.36% и 0.32% по-висока от тази при контролния вариант d_0, при вариант d_2 – с 1,14% и 0,90%, а при d_3 – с 3,61% и 1,80%.

Проучено е и влиянието на водната ерозия, както и на използваните противоерозионни обработки върху количеството на органичното вещество и състава на хумуса в почвата (фиг. 1).

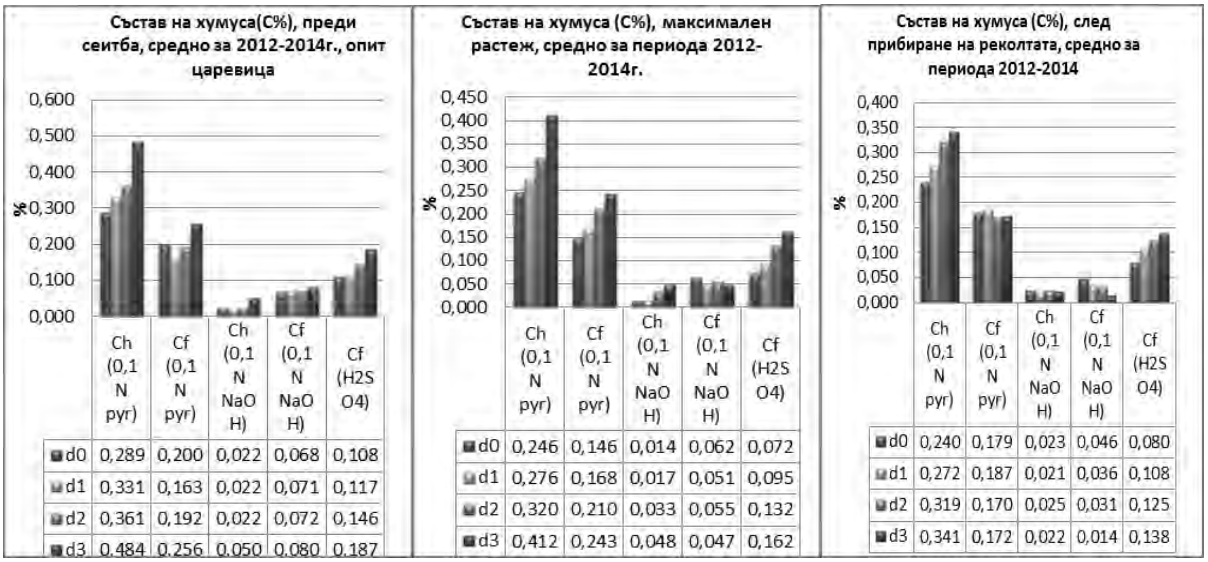


Фиг. 1. Съдържание на органичен въглерод (%) и разтворими хумусни субстанции (С%), опит царевица, 2012-2014 г.
Съдържание на общ въглерод; P<0.0001HSD[.05]=0.05; HSD[0.01]=0.06;Съдържание на екстрахирани с пирофосфат хумусни субстанции p=0.002091; HSD[0.05]=0.11; HSD[0.01]=0.14

От представените резултати на проведените изследвания се вижда, че при прилагането на нетрадиционните противоерозионни технологии - повърхностно мулчиране с готов компост и минимални обработки с вертикално мулчиране с компост, в последните наблюдавани фази при максимален растеж и след прибиране на реколтата и през трите години, количеството на органичния въглерод е по-високо от това при контролния вариант с традиционни обработки, прилагани по наклона на склона. И двата приложени метода имат положително влияние върху количеството почвен органичен въглерод. Съдържанието му е средно с 13,85% по-високо при варианта d_3, в сравнение с варианта d_0, а при варианта d_2 е с 9,23% по-голямо в сравнение с контролата, обработвана по наклона на склона.

Средно за периода на изследване, отчетените в началната фаза разтворими хумусни субстанции при варианта с усъвършенствани минимални обработки и вертикално мулчиране са 0,741%, докато отчетените при контролния вариант d_0 са 0,488%. В крайната фаза резултатите са съответно 0,513% и 0,418%. Количеството на хуминови киселини в началната фаза при варианта с приложени усъвършенствани противоерозионни технологии за минимални и нетрадиционни обработки е 0,484%, а

при прилагане на традиционни обработки по наклона на склона е 0,289%. В крайната фаза средно за периода тези стойности са съответно 0,341% и 0,240%. При прилагане на усъвършенстваните минимални обработки с вертикално мулчиране се наблюдава увеличено количество не само на хуминови, но и на фулвокиселини, в сравнение контролния вариант d_0. Въпреки това сумарното отношение между извлечените хуминови киселини и фулвокиселини е по-високо при варианта с минимални обработки и вертикално мулчиране с готов компост (фиг.2), в сравнение с варианта отглеждан по традиционна технология, приложена по наклона на склона.



Фиг. 2. Състав на хумуса (С %) опит царевица, 2012-2014 г.
P=0.002091HSD [.05]=0.11; HSD [.01]=0.14; Съдържание на фулвокиселини p=0.145884; Хуминови киселини, свързани; P=0.003876; HSD[.05]=0.07; HSD[.01]=0.09.

При варианта d_0 с обработка по наклона на склона, микробиологичната активност като цяло е най-ниска (табл. 4). Това се дължи на уплътняването, лошата аерация и по-ниската влагозадържаща способност на почвата.

При варианта d_3 с минимални обработки и вертикално мулчиране с компост общото количество хетеротрофни бактерии е по-високо от 2 до 9,2 пъти в сравнение с вариант d_0. Количеството на актиномицетите е също 1,3-10,6 пъти по-високо в сравнение с контролния вариант с традиционни обработки, приложени по склона. Отчетено е увеличение на азотфиксиращите бактерии през трите години от 1,3 до 4,8 пъти, а целулозоразграждащата активност е до 3 пъти по-висока. Количеството плесенни гъби при голяма част от проведените изследвания варира по-слабо, но най-високо е при варианта с минимални обработки и вертикално мулчиране, следвано от това на варианта с повърхностно мулчиране.

При варианта с традиционни обработки и повърхностно прилагане на компост, микробиологичната активност на почвата също е значително повлияна. През трите години при този вариант е отчетена от 1,6 до 5,9 пъти по-голямо количество хетеротрофни бактерии в сравнение с d_0, както и най-високо съдържание на спорообразуващи бактерии. Подобно на вариант d_3, съдържанието на олиготрофни,

както и на азотфиксиращи и целулозоразграждащи микроорганизми е по-високо в сравнение с варианта отглеждан с традиционни обработки, приложени по наклона на склона.

Таблица.4. Микробилогична активност на почвата в CFU (colony forming units) 10^6 гр. абсолютно суха почва, опит царевица, 2012-2014 г.*

Година	Фаза	Вари-анти	Хетеро-трофни бактерии	Споро-образуващи	Олиго-трофни	Актино-мицети	Плесенни гъби	Азот-фикси-ращи	Целулозо разгра-ждащи
2012	**Преди сеитба**	**d_o**	59.10	19.01	49.90	0.70	0.0030	0.54	2.12
		d_1	104.60	11.12	82.70	0.82	0.0018	0.88	2.30
		d_2	220.90	17.30	274.50	0.85	0.0025	1.18	3.38
		d_3	276.50	61.20	47.10	0.92	0.0037	2.60	4.33
	Макси-мален растеж	**d_o**	25.21	9.30	82.40	0.63	0.0014	3.12	1.79
		d_1	32.90	13.50	61.00	0.55	0.0010	5.44	2.09
		d_2	72.20	13.80	65.40	0.99	0.0017	6.79	3.07
		d_3	116.30	11.70	95.60	1.31	0.0021	6.99	2.90
	След прибиране	**d_o**	86.20	19.10	98.80	0.31	0.0013	2.40	2.02
		d_1	205.00	33.80	48.50	0.78	0.0016	2.70	3.10
		d_2	268.60	50.30	163.20	0.81	0.0024	3.33	3,68
		d_3	348.40	28.90	264.90	1.62	0.0019	4.02	4,32
2013	**Преди сеитба**	**d_o**	398.67	103.90	116.78	0.20	0.0022	0.48	3.99
		d_1	290.62	85.30	109.46	0.26	0.0026	0.32	4.11
		d_2	1344.74	57.74	167.14	0.19	0.0032	0.39	13.45
		d_3	728.58	90.497	57.52	1.07	0.0027	0.84	9.05
	Макси-мален растеж	**d_o**	275.15	36.46	107.88	2.53	0.0026	6.53	1.66
		d_1	670.66	46.15	140.29	2.63	0.0034	8.86	2.59
		d_2	833.30	44.10	143.23	3.12	0.0030	9.82	3.32
		d_3	1391.84	39.63	106.70	5.06	0.0046	12.53	5.21
	След прибиране	**d_o**	182.37	17.55	116.994	0.61	0.0015	2.48	2.27
		d_1	634.57	41.49	209.20	0.87	0.0018	2.75	3.00
		d_2	1073.83	59.89	258.71	3.83	0.0019	5.53	4.75
		d_3	1678.88	42.93	164.05	6.49	0.0028	3.00	3.53
2014	**Преди сеитба**	**d_o**	103.92	1.20	0	1.08	0.0032	0.50	2.32
		d_1	224.26	36.98	126.80	5.55	0.0047	2.64	3.01
		d_2	435.66	49.01	427.28	6.83	0.0062	11.68	1.72
		d_3	613.33	45.06	233.65	7.22	0.0074	7.97	4.76
	Макси-мален растеж	**d_o**	75.77	3.78	198.25	1.35	0,0020	2,10	6,00
		d_1	91.96	10.80	675.69	1.16	0.0024	2,39	6,00
		d_2	271.98	14.84	717.03	1.98	0.0027	2.40	6,20
		d_3	111.52	1.24	169,64	1.45	0.0032	2.48	6,20
	След прибиране	**d_o**	161.21	53.35	379.99	0.153	0.0043	5,80	1,20
		d_1	159.53	19.75	197.51	0.342	0.0043	5.77	1,00
		d_2	259.18	37.14	425.52	0.774	0.0043	6,60	1,30
		d_3	322.64	120.40	920.71	0.551	0.0048	7.63	1,40

Хетеротрофни бактерии p=0.029954HSD[.05]=451.65; HSD[.01]=581.51; Спорообразуващи бактерии p=0.080692; Актиномицети p=0.028579; HSD[.05]=1.75; HSD[.01]=2.25;Азотфиксиращи. 0.006229HSD[.05]=1.79; HSD[.01]=2.3; Целулозоразграждащи p0.043562; HSD[.05]=2.11; HSD[.01]=2.63

При варианта с традиционни обработки и повърхностно прилагане на компост, микробиологичната активност на почвата също е значително повлияна. През трите години при този вариант е отчетена от 1,6 до 5,9 пъти по-голямо количество хетеротрофни бактерии в сравнение с d_0, както и най-високо съдържание на

спорообразуващи бактерии. Подобно на вариант d_3, съдържанието на олиготрофни, както и на азотфиксиращи и целулозоразграждащи микроорганизми е по-високо в сравнение с варианта отглеждан с традиционни обработки, приложени по наклона на склона.

Изводи

Прилагането на технологията, включваща минимални обработки с вертикално мулчиране с компост, има не само доказан противоерозионен ефект, но води до значително подобряване както на физичните, така и на биологичните почвени показатели и противодейства не само на водната ерозия като деградационен процес, но и на свързаните с нея процеси на уплътняване и загуба на органично вещество.

Внасянето на компост при средно ерозиран карбонатен чернозем чрез вертикално или повърхностно мулчиране, може да противодейства на загубата на почвено органично вещество от водна ерозия, както и да повиши микробиологичната активност на почвата, от което да се подобри почвената структура и изхранването на растенията.

Литература

Norman and Newman. (1941). Some effects of sheet erosion on soil microbial activity. *Soil Science*. Volume 52 , Issue 1: 31-46

Pimentel, D. and N. Kounang. (1998). Ecology of Soil Erosion in Ecosystems. *Ecosystems 1*: 416–426

Hamer, U., F. Makeschin, S. An and F. Zheng. (2009). Microbial activity and community structure in degraded soils on the Loess Plateau. *China Journal of Plant Nutrition and Soil Science*: 118–126.

COMPOSITE COMPOST PRODUCED FROM ORGANIC WASTE

Radu Lăcătușu[1], Romeo Căpățână[2], Anca-Rovena Lăcătușu[1]

[1]National Research and Development Institute for Soil Science, Agrochemistry and Environment Bucharest, Romania, [2]AGROMIXT Ltd. Agigea, Romania

Abstract

The soil fertilization in ecological agriculture is done mostly using organic fertilizers. Some of them are prepared as compost from waste, but other haven't, until now, any recycling possibility. In this context, for the preparation of new types of compost, we used three type of waste: sewage sludge from waste water treatment, marine algae and farmyard manure. We have made four different composting variants, each consisting of different proportions of the three waste: equal parts (33.33%) of each waste, 50% of each of the three wastes separately, the difference being made up in equal amounts (25%) of the other two wastes. Composting process was performed in Könemann silos (cubs with side by 1.20m) and lasted 60 days, from July 19 until September 16, when the composted material has passed the stages of reduction and oxidation. During composting process, in the reductive stage the material has reached a temperature up to 63ºC Celsius, enough heat for its sterilization. Initial material, semi composted and final composted material were been chemical analyzed, especially in terms of macro- and microelements, analytical results revealing high and normal content of such chemicals. Therefore the achieved compost could be used in organic farming systems.

Key words: organic waste, composting, compost, chemical analyses

Introduction

Expansion of organic farming requires increasingly quantities of organic fertilizer consisting of semi-fermented manure, compost made up from various organic materials, or green fertilizers. But, as such materials are to be found more and more difficult in desired quantities, obtaining new composts from organic materials that have not found a clear way of recycling, remains a goal of our time.

In this context, we have initiated a research program to develop a recycling project by composting such materials and their use in agriculture. We have chosen three waste, one of which being used for thousands of years as a source of nutrients for soils and plants, namely farmyard manure. On the second waste we used, sewage sludge from municipal waste water treatment, there are still controversies with regard to its use in agriculture (Bengtsson and Tillman, 2004). Considering the fact that sewage sludge may contain different components and chemicals potential pollutant for soil and plant, must be always known its composition to know that it can be used or not in agriculture. The third waste used by us, seaweed, it has been tested with the aim of use in agriculture in the form of extracts with fertilizing or protective role (Zodape S. T., 2001; Raja Sulochana and Krishnamoorty, 2014).

The present paper presents the composting technology of three wastes and chemical composition of the final material obtained, possibly to be used as organic fertilizer in agriculture.

Material and Methods

Farmyard manure was collected from several livestock farms in Agigea, Constanta County, sewage sludge derived from wastewater treatment plant of Eforie South, also Constanta County, and marine algae were collected from the Romanian shore of Black Sea, between Agigea and Eforie South. Waste were composted in composting silos Könemann type, each with a volume of 1.78 m^3, in four different mass proportions representing the following variants: equal parts (33.33%) of each waste, 50% of each of the three wastes separately, the difference being made up in equal amounts (25%) of the other two wastes. Composting lasted about 50 days, while temperature and humidity were recorded at regular intervals of time. In the first part of the time, represented by the reducing phase, the temperature rose to 50-60° value C, the material is subjected to a sterilization process becoming thus free of pathogens. In the last part of the period, in the oxidative phase, temperature has lowered and remained at a relatively constant value of 30°C, indicating that the composting process has completed. It has achieved a dark material, without unpleasant odors. Compost was finely ground in a special mill until the centimeter level size.

Initially the three wastes were analyzed in terms of content in nutrients and toxic substances. Similar analyzes were carried out during composting and the end of the process.

The material reaction (pH) was measured by potentiometric method in aqueous suspension using a couple of glass electrode-calomel. The total soluble salts (TSC) content was measured by conductometry, the total organic carbon (TOC) was determined by Walkley-Black method, modified by Gogoaşă, total nitrogen was determined by Kjeldahl method, the contents of mineral forms of nitrogen ($N\text{-}NO_3$ and $N\text{-}NH_4$) was potentiometric measured using ion electrode indicators. Mobile forms of phosphorus and potassium carried out by spectrophotometry, respectively flame spectrometry, in acetate-lactate ammonium solution (AL) at 3.7 pH, by Egner-Riehm-Domingo method. The total content of microelements (Co, Cu, Fe, Mn, Zn) and heavy metals (Cd, Cr, Ni, Pb) was measured with flame atomic absorption spectrometer in hydrochloric solution resulted by digestion of material samples in $HClO_4$-HNO_3 mixture. The contents of macro-elements, excluding N, trace elements and heavy metals in samples of the marine algae were determined by spectrophotometric and flame photometric methods, and by atomic absorption spectrometry in clorhydric solution obtained after solubilization of ash resulted by the seaweed calcination for several hours at 450°C. The analytical methods used are standardized in ISO and STAS systems.

Results and Discussion

Chemical composition of the wastes used

The farmyard manure has a weak alkaline reaction, a high content of organic carbon and total nitrogen, moderate of nitric nitrogen, of ammonium nitrogen and mobile phosphorus, soluble in acetate-lactate ammonium at pH 3.7, but very high mobile potassium content, soluble in the same conventional reagent. The contents of microelements and heavy metals recorded are normal, comparable to those existing in unpolluted soils (Lăcătuşu, 2006).

The sewage sludge from wastewater treatment plant of Eforie South city has a neutral reaction and high and very high content of organic carbon, total nitrogen, ammonia nitrogen and mobile forms of phosphorus and potassium. The quantity of nitric nitrogen is reduced, which demonstrates that at the time of analysis, the sludge was fresh, not having the time

necessary for the initiation and development of the nitrification process. Of the microelements and heavy metals determined, it can be noticed high levels of Zn, and slightly raised levels for Cr, Cu and Pb, as compared with normal values of agricultural soils.

The marine algae are represented mainly by two species *Cladophora sp.* and *Ulva lactuca*. The analytic data of the two species, as well as the mixing sample reveals higher content of N, K, Ca and normal content of microelements and heavy metals.

Regarding the content of total soluble salts, the two waste (farmyard manure and sewage sludge) have moderate concentrations (531-658 mg/100 g), being present each of hydrosoluble ions, standing out, however, K^+ in farmyard manure stable SO_4^{2-} in sewage sludge. Potassium ions are released from the chloride and sulfate in the case of farmyard manure, and sulfate ions from sodium sulfate and magnesium sulfate in sewage sludge.

Composting of three organic masses

In order to achieve a good nutritional quality compost, were tested four variants, distinguished from each other by the ratio between the three organic components:

V1= 33.33% farmyard manure + 33.33% sewage sludge + 33.33% marine algae

V2 = 50% farmyard manure + 25 % sewage sludge + 25% marine algae

V3 = 25% farmyard manure + 50 % sewage sludge + 25% marine algae

V4 = 25% farmyard manure + 25 % sewage sludge + 50% marine algae

Experimental mixtures variants have been introduced in four composting cubes with the sides equal to 1.20 m, known as Könemann silos. At the top was made an oblique roof to protect the composite mixtures from precipitation water.

The composting operation started on 19 July 2014. Every day temperature measurements, in three positions (the top of the mixture, middle part and the lower part), and at three different times (7.00, 12.00 and 19.00), were carried out. The measured values show that the maximum temperatures were been achieved in the composting cubes go up to 63^{o}C, primarily in the evening and at measurements taken on the top and middle sections of the composting cube. It should be noted that temperatures above 60^{o}C have been achieved in the third variant of mixture composite, consisting of two parts sewage sludge (50%) and as far as a part of farmyard manure (25 %), respectively, of marine algae (25 %). The explanation is quite simple, the double dose of sewage sludge along with those simple of farmyard manure has allowed development of a reducing environment faster than the other experimental variants. Maintaining the composting environment at temperatures above 55-63^{o}C for 19-20 days has fully contributed to sterilization of organic masses subjected to the composting process. On August 19th 2014, a reshuffling of material from the composting cubes were done, temperature reaching those of the ambient, around 30^{o}C. After rebuilding of the composting cubes, other new phase of the reduction process did not occurred, recorded temperatures remaining practically constant, meaning that the composting process has completed. Finally, the cubes were deployed, compost obtained was dried at ambient temperature, and then it was passed through a special mill obtaining compost in the form of pellets.

Chemical analysis of compost

Although there have been slight changes in pH, the values have been maintained in slightly alkaline domain. The changes were been higher, with an increase up to 0.5 pH units to the variant V1 (table 1).

At the end of composting important to note is the significant decrease of organic C content, averaging almost seven times (6.9), and a slight increase in total N content of 1.4 times, as compared to the values recorded to the analyzes performed in the intermediate stage of the composting process. These changes in the content of organic C and total N led to major changes in the C / N ratio. Thus, if in the intermediate phase of composting it was on an average of 136, in the final stage of the process it has reached 14.6, a C / N ratio normally for soil. This aspect reinforces the fact that the timing of completion of the composting process was correctly recorded.

If the final stage of composting were not reported significant changes in the content of $N\text{-}NH_4$ instead of $N\text{-}NO_3$ content increased up to 10 times, which is another signal for the completion of the composting process. A significant decrease of 1.9 times was registered for mobile P content, soluble in AL, instead of mobile K, also soluble in AL, which has remained in relatively constant limits. The average difference between the two content was only 179 mg • kg^{-1} (table 1).

Table 1. The main agrochemical properties of organic materials at the intermediate and final phase of composting process

Variant	pH	TOC	Nt	C/N	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	P_{AL}*	K_{AL}
	H_2O	%			$mg \cdot kg^{-1}$			
Intermediate phase								
V1=1MA+1SS+1FM	7.54	87.8	0.71	145	133	65	414	6550
V2=2FM+1MA+1SS	7.83	94.7	0.68	164	301	46	311	4850
V3=2SS+1MA+1FM	7.90	75.2	0.69	127	25	83	292	4900
V4=2MA+1SS+1FM	7.72	79.4	0.81	106	36	118	330	4700
Final phase								
V1=1MA+1SS+1FM	8.09	11.92	0.99	14.0	439	89	181	5983
V2=2FM+1MA+1SS	8.10	12.06	0.88	15.9	1224	76	187	5833
V3=2SS+1MA+1FM	7.92	13.78	1.09	14.6	2243	105	196	5517
V4=2MA+1SS+1FM	7.82	11.09	0.94	13.8	1124	74	205	4383

MA-marine algae; SS-sewage sludge; FM-farmyard manure

* Values calculated according to the reaction of the material.

In the case of microelements and heavy metals, we can talk about a trend of decrease in the concentration of heavy metals with toxic properties (Cr, Ni, Pb), and an increase in the concentration of metallic microelements with role in plant nutrition (Cu, Zn), (table 2).

The total soluble salts content (Table 3) shows high values ranging between 1944 and 3225 mg/100 g material on the intermediate composting stage, consist in sulphates and chlorides associated with sodium and potassium (Table 4), which determines that sodium sulphate and potassium chloride to be dominant salts, followed by magnesium sulphate.

Table 2. The content of the microelements and heavy metals (mg·kg^{-1}) of organic materials at the intermediate and final phase of composting process

Variant	Cd	Co	Cr	Cu	Fe %	Mn	Ni	Pb	Zn
Intermediate phase									
V1=1MA+1SS+1FM	0,42	8,7	118	26	1,56	459	47	75	97
V2=2FM+1MA+1SS	0,41	7,4	128	16	1,68	524	52	58	77
V3=2SS+1MA+1FM	0,47	10,7	124	19	1,43	479	37	67	102
V4=2MA+1SS+1FM	0,65	12,7	93	23	1,47	477	37	61	82
Final phase									
V1=1MA+1SS+1FM	0,54	6,74	102	43	1,66	462	38	53	200
V2=2FM+1MA+1SS	0,47	6,66	102	37	1,71	508	38	63	151
V3=2SS+1MA+1FM	0,55	7,73	82	40	1,61	472	33	46	188
V4=2MA+1SS+1FM	0,46	5,51	81	42	1,50	410	30	50	166

Table 3. Total soluble salt and hydro-soluble ions content of organic materials at the intermediate and final phase of composting process

Variant identification	TSC	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
	mg/100 g material							
Intermediate phase								
V1=1MA+1SS+1FM	3225	3	114	1189	557	189	135	392
V2=2FM+1MA+1SS	1944	0	68	676	317	97	70	237
V3=2SS+1MA+1FM	2813	6	94	1108	448	169	126	377
V4=2MA+1SS+1FM	2772	9	121	1051	472	193	125	367
Final phase								
V1=1MA+1SS+1FM	2358	102	981	396	102	117	250	410
V2=2FM+1MA+1SS	2216	119	886	372	92	92	228	428
V3=2SS+1MA+1FM	2891	195	1594	614	126	187	418	429
V4=2MA+1SS+1FM	2500	105	1164	392	124	135	280	301

If in the intermediate stage of the composting process, the amplitude of the total salt content values was larger, namely 1281 mg/100 g of material, in the final stage values were closer, the difference reducing to 675 mg/100 g of material. Although not very much, the average value of total salt content has decreased in the final stage as compared to intermediate stage of composting process, from 2688 mg/100 g material to 2491 mg/100 g material.

In terms of ionic distribution a slight increase in the content of the sulphates, in the final stage of composting, it was occurred. In fact, Mg and Na sulphates were the dominant salts in aqueous extract, in particular in the variant where sewage sludge and marine algae are in double proportions as compared to the other two materials (table 4), followed by potassium chloride.

Table 4. Percentage composition (%) of soluble salts of organic materials at the intermediate and final phase of composting process

Variant identification	Na_2CO_3	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$MgSO_4$	Na_2SO_4	NaCl	KCl
Intermediate phase							
V1=1MA+1SS+1FM	0,2	1,0	0	21,1	37,3	0,4	36,6
V2=2FM+1MA+1SS	0	0,9	0	16,6	36,0	0	37,0
V3=2SS+1MA+1FM	0,5	1,1	0	23,2	38,5	2,4	31,3
V4=2MA+1SS+1FM	0,8	1,3	0	23,2	35,2	6,2	29,3
Final phase							
V1=1MA+1SS+1FM	0	5,0	9,1	26,7	25,6	4,5	29,1
V2=2FM+1MA+1SS	0	6,3	7,6	22,9	29,3	0,7	33,2
V3=2SS+1MA+1FM	0	6,0	6,4	30,4	25,0	10,7	21,6
V4=2MA+1SS+1FM	0	4,6	12,1	29,7	23,7	9,1	20,8

Conclusions

Original organic materials used for developing a new organic fertilizer contain large amounts of macronutrients, slight increase amount of microelements (Cu, Zn) and normal content of heavy metals.

The composting operation lasted for 52 days, during which time alternated the reducing and oxidative phases of the process, thermal values generated by organic matter decomposition have reached 50-63^oC, temperature which have contributed to sterilization of material represented by the mixture of waste.

The obtained compost had a neutral-slightly alkaline reaction, a high content of organic C, total N, nitric N, mobile P and K, normal content of microelements and heavy metals and a medium contents of soluble salts, predominantly KCl, $MgSO_4$ and Na_2SO_4.

The compost achieved has all the qualities to be used for soil fertilization in organic farming system.

References

Bengtsson, M. and Tillman Anne-Marie. (2004). Actors and interpretations in an environmental controversy: The Swedish debate on sewage sludge in agriculture, *Resources Conserv. and Recycling*, 42, 65-82

Lăcătușu, R. (2006). Agrochimia (Agrochemistry), Ed. Terra Nostra, Iași

Rajasulochana, P. and P. Krishnamoorty. (2004). Marine algae for agricultural sector for high yield, Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences, 7, 4, 369-372

Zodape, S. T. (2001). Seaweeds as a biofertilizer, *Journal of Sci. and Ind. Research*, 60, 378-382

Acknowledgement

This work has been carried out through the ***Partnerships in priority areas - PN II*** program, developed with the support of Ministry of National Education- Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation ***(***UEFISCDI), project no. PNII-PT-PCCA-2013-4-0675 – FEROW.

QUALITY STATUS OF SOIL AND WATER RESOURCES OF MOLDOVA AND THEIR SUSTAINABLE MANAGEMENT

Tamara Leah
Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection "Nicolae Dimo", Moldova

Abstract

The paper presents the information on quality state of soil and water resources of Moldova. Currently, over 50% of soils are degraded by different natural and anthropogenic factors. Annual economic damage from soil degradation and land degradation consists 1.5 – 3.0 billion lei. Due to anthropogenic activities the content of humus in soils decreased from 5.6% (1870) to 2.5 – 3.0% (2014), the surface of eroded soils increased up to 850 thousand ha, which represents over 35% of the agricultural land area. It increased land area affected by landslides, which constitutes over 55 thousand ha of active landslides and 350 thousand ha of stagnation landslides. The water quality of these rivers after hydro-chemical indices was worsened. Water quality of small rivers is characterized by a high degree of pollution with ammonium ions, nitrite, oil products, phenols, anion-active detergents, etc. Irrigation with unconditional quality of waters leads to salinization and alkalization of soil cover. Preventing the soil degradation and water pollution can be achieved only through profound changes of awareness, behavioural and population management of natural resources.

Key words: soil degradation, water quality, agricultural land, soil management

Introduction

The main objective of Moldova as agrarian country and also for the entire world community is long-term preservation of the quality status and production capacity of the soil cover, along with environmental protection. After their composition and natural fertility the soils of Moldova belong to the most valuable, chernozems - 3/4 of the surface. It is characterized by the large diversity and variations related to horizontal and vertical zonality of relief, climatic and geological conditions (Ursu, 2011).

Taking into consideration the global trends in rates of depreciation and irrecoverable losses of fertile soils areas and agricultural development, the problem of preserving soil and agricultural land quality is a strategic concern for food security. Intensive exploitation of soil and water resources in the republic in recent decades has led to their increased damage. Soil degradation and poor quality irrigation of water resources in Moldova are the most serious problems existing at present.

Agriculture is one of the main branches of the economy of Republic Moldova. In 2014, it accounted for 13% of GDP (Economic overview, 2013). This sector provides employment to 26% of the working population of the country and welfare depends on the quality status of soil and water resources. The level of soil quality largely depends on crop yields, livestock sector development, export of food products, welfare and ecological situation in the country. Agricultural land continues to be irrationally used and deteriorated, which harms the agriculture sector and environment.

Material and Methods

Research regarding quality status of soil and water resources has been of great interest in connection with considerable increase the surface of their degradation and pollution. The qualitative research methods (the general modality, the strategic approach, the study of reality) were used for analysis the documents and data published by the Bureau of Statistics and Land Cadastre on study issues, computer assisted.

Results and Discussion

Quality status of soil resources (Figure 1). According to the situation of 01.01.2014 the land fund of Moldova constitutes 3384.6 thousand ha. Agricultural land area is 2.500 ha (73.9% of the total area), including arable land - 1.816 thousand ha (53.7%), perennial plantations - 295.3 thousand ha (8.8%), meadows and pastures - 350.1 thousand ha (10.3%). Forest plantations consists 465.2 thousand ha (13.7%). In the Republic of Moldova, as in other countries, take place the reduction of arable land per capita. According to recent data this area is 0.407 ha (Fondul funciar la 01.01.2014).

The current status of soil resources remains a concern, its use is inefficient, lack the measures of protection, improvement work is not performed. Thus, at present it is estimated follow facts:

- The soils are subject to various land degradation processes, intensity and negative consequences of which grow from year to year;
- The soil surface affected by erosion processes, exceeding 1 million ha, annual increases by almost 1%;
- Periodically landslides activation occurs over an area of 80 thousand ha;
- The humus reserves - the main source of energy and productivity of soils - are reduced, with about 1 ton per ha per annually;
- As a result of deforestation of vineyards and orchards plantations over 200 thousand ha of soils are used for other purposes, become the subject of active degradation processes, deterioration of their physical and chemical properties;
- The floodplain soils are in deplorable condition where they carried out the "leak adjustment";
- The areas under fallow soils (abandoned) increased, up to 247 thousand ha.

The main forms of soil cover degradation are: water erosion, dehumification, soil nutrient depletion, dismantle and excessive compaction, salinisation, alcalization, etc. Degradation processes and non application of agricultural technologies have led to reducing the production capacity of soils (Лях, 2014a).

Soil erosion

In terms of natural factor the soil degradation is caused by the placement of farmland predominantly on the slopes (about 80%), the torrential rains in the warm seasons, the predominance of weeding crops on slopes, emphasized relief. Surface and deep erosion, ravines, landslides, directly affect soil quality. The weak erosion reduces the productive potential (quality) of soil by 20%, the moderate erosion - by 40% and stronger eosion - by 60-80% (Лях, 2014).

Over the past 30 years the surface of eroded soils increased by 224 thousand ha, advancing by about 6.4 thousand ha annually, and representing currently about 880 thousand

ha or 26% of the total area of the country Highest level of agricultural land erosion is registered in districts: Calarasi - 56.1%, Cahul - 44.4%, Hânceşti - 43.7%, Ungheni - 43.4%, Nisporeni - 43.4% (Recensământul General Agricol 2011 în R. Moldova, 2013).

The annual losses of fertile soil from agricultural lands due to erosion processes are estimated to 26 million tons, including: humus - 700 thousand tons, nitrogen - 50 thousand tons, phosphorus - 34 thousand tons, potassium - 597 thousand tones. Indirectly, the erosion process has other consequences: siltation the ponds and other water bodies, soil and groundwater pollution by plant protection products and fertilizers, destruction of communication lines and hydraulic structures, etc (Андриеш, 2014).

Due to the destruction of soil structure, saline and alkaline soils are more easily eroded by water and wind. Salinization induces desertification effects such as loss of soil fertility, soil structure destruction and compaction.

Soil dehumication

Reduction of soil quality is conditioned by dehumification processes (loss of organic substance). In exploited (cultivated) soils due to the reduction of organic matter, the humus content decreases annually by 0.5-0.7 t/ha. At the same time, systematically reduces nutrient reserves by 150-180 kg/ha, which disturb the balance of nitrogen, phosphorus and potassium in the soils (Андриеш, 2014; Лях, 2014).

Negative balance of humus and nutrients cannot be changed and adjusted in terms of reducing the incorporation of fertilizers. In the 2000 were applied 9 thousand tons of fertilizers, in the 2014 were used 53 thousand tons, or more 44 thousand tons, and organic fertilizers were used in a volume of 41.5 thousand tons. At the same time, in many cases the livestock waste stored in landfills with other wastes or scattered on the banks of rivers and ditches in various unauthorized places (Лях, 2014a).

Excessive grazing is a specific phenomenon for the country with negative environmental impacts. Livestock of animals over prevail the rules set of heads on the 1 ha of pastures. However, most pastures, located on land eroded, are poorly productive. In these conditions no measures are taken to improve their quality due the lack of financial recourses.

Soil pollution

In addition to physical degradation and desertification processes in Moldova there is the problem of soil pollution. In recent decades the background of soils pollution became less important due to current sizeable reduction of diffuse sources of pollution. Were significantly reduced the quantities of fertilizers and pesticides in agriculture. No longer current the problem of pollution by nitrates and heavy metals (zinc, nickel and lead). The content of lead in fuel used by transport was reduced, so diminished the soil pollution problem with this metal along the roads.

It also produces at local level the soil pollution of farmland with mobile copper, the result of unregulated use of preparations containing copper.

But there is also the problem becomes more acute the local pollution of soils with different waste and harmful substances. Around localities is transported and stored chaotic waste of different categories and origin. Apart from waste deposited in places (ramps, platforms and polygons) approved and spontaneous, significant quantities of waste, predominantly solids are transported (thrown) in ditches, forest strips, canals and rivers, roadsides, etc. damaged land. These wastes pollute the environment and, above all, the soil

and water. Current still remains the local pollution of soils with persistent organic pollutants around former and current chemical deposits, resorts for preparation plant protection solutions. Thus, given the current state of soil resources and their quality the following issues highlights in this sector:

- Lack of the strategic and institutional framework for management and protection of soil resources;

- Inadequate management of soil resources characterized by a lack of agricultural crop rotation and anti-erosion measures, neglect best practices for soil conservation, excessive land parcelling.

- Activation continues of soil degradation processes as erosion, compaction, salinization and alkalization, swamp, dehumification.

- Excessive soil pollution caused by waste and harmful substances, the irrational use of fertilizers and pesticides.

- Obsolete stockpiles of persistent organic pollutants and hazardous chemicals that lead to soil contamination.

But the greatest impact on soil quality favouring activation and intensification of degradation is caused by anthropogenic factor. Thus privatization and parcelling of land, lack of agricultural crop rotation and anti-erosion measures, neglect good soil conservation practices, non-compliance of recommendation and necessary conditions to soil protection has complicated the possibility of efficient management of soil resources.

On narrow strips placed along the slopes, in the same direction is performed tillage (from hill to valley), which accelerates erosion. After landowners wanted, often with the best quality soils, considerable areas are excluded aside, others are left uncultivated and fallow.

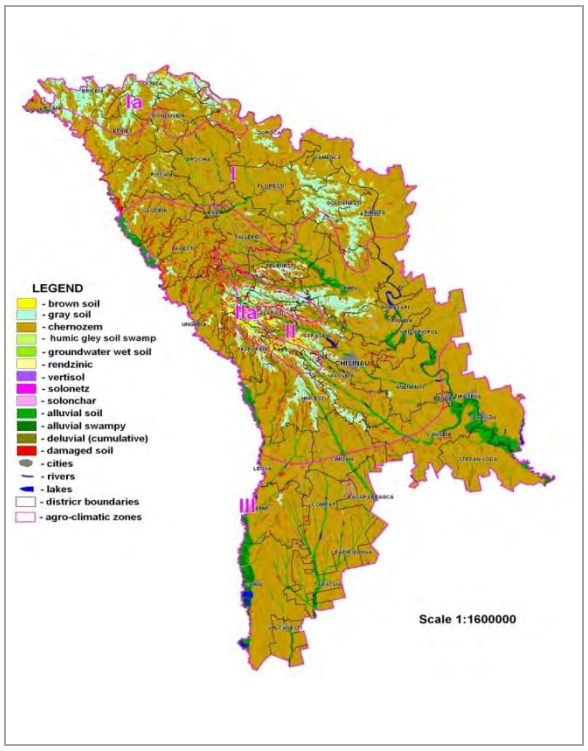


Fig. 1. Soil resources of Moldova

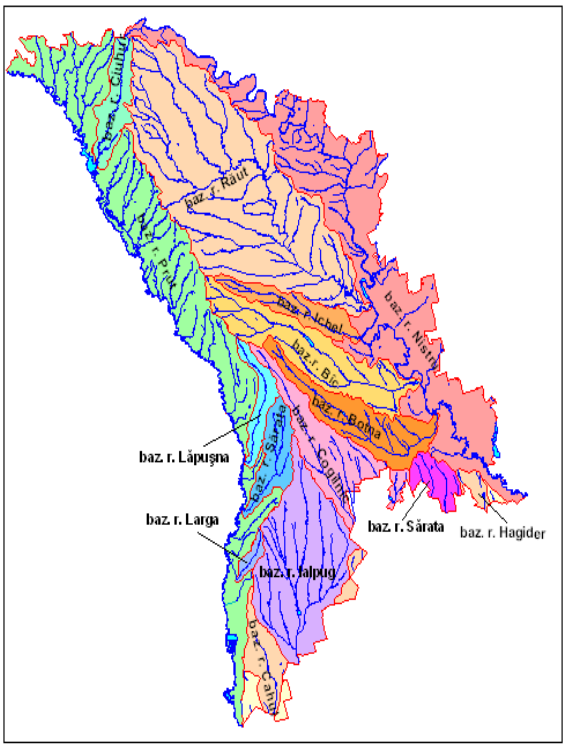


Fig. 2. Water resources of Moldova

Although, the environmental legislative framework is well developed, it is not correspond to international environmental initiatives and treaties and do not provide adequate management of natural resources to prevent environmental pollution and ensure the right to a healthy environment. This follows from the need for approximation of national legislation with EU directives.

Thus, was elaborated the draft of Law of Soil, for regulation the activities to provide protection, conservation and improvement of soil quality, based on scientific principles, agro-technical and organizational mandatory for public authorities at all levels and landowners (but has not been approved so far).

Quality status of water resources for irrigation (Figure 2). Compared to Eastern Europe and Romania the Republic of Moldova is a country with low water resources. Despite numerous accumulations achieve, the volume of surface water bodies and river flows is low. The density of the river system in the country is average 0.48 km/km^2. The main sources of supply the rivers are rainfalls and snowmelt precipitation. Rivers Dniester and Prut with corresponding portions of 630 km and 695 km make the border between Moldova, Ukraine and Romania. Annually, Moldova is crossed by 12 billion cubic meters of water on Transboundary Rivers Prut and Dniester.

This amount of water is more than sufficient for farmland irrigation works in our country. However, irrigation is in a deplorable state after 35 years of service.

The total area of irrigated land is 144.6 thousand hectares. Currently, there are 261 pumping stations for irrigation, of which 143 are functional and provide irrigation on the surface of 65 thousand hectares. It also can be used for irrigation the water from 400 of reservoirs across the country, with which it can still irrigate 36 thousand hectares. For comparison, in dry years 2007 and 2009 were irrigated more than 30 thousand hectares of land. In the 2012 year, only 14 thousand ha are irrigated. A low level of irrigation potential is conditioned by the high price of water, price which in turn is dictated by the small number of users of this service (R. Moldova se usucă, chiar dacă are resurse suficiente de apă, 01.08.2012; Филипчиук, 2014).

The South zone of Moldova is most affected by drought and water supply to this area is the river Prut. By the 2020 years it is intend to increase irrigated areas to 300 thousand hectares, flood protected areas - to 95 thousand hectares, the irrigation rehabilitated areas - up to 121,6 thousand hectares, and those with new irrigation systems - up to 116 thousand ha, and the creation of 32 water user associations.

Currently, however, just 34-36 thousand hectares are irrigated, i.e. only 2% of the total farmland. Do not use the total capacity due management model of irrigation systems and existing infrastructure. These systems have been designed under a centralized economy, where the irrigated surface was managed by a small number of farmers (R. Moldova se usucă, chiar dacă are resurse suficiente de apă, 01.08.2012).

Conclusions

Preventing the soil degradation and water pollution can be achieved only through profound changes of awareness, behavioural and population management of natural resources.

For reviving the agriculture, improving the land use situation and protection of natural resources are necessary actions for improving the system of tillage, to implement the

comprehensive measures to prevent erosion and landslides, creating green protective housing, land improvement and soils fertilization.

Water quality of small rivers, is characterized by a high degree of pollution. Soil irrigation with unconditional water quality leads to salinization of soil and vegetation cover.

Due to the destruction of soil structure, saline and alkaline soils are more easily eroded by water and wind. Salinization induces desertification effects such as loss of soil fertility, soil structure destruction and compaction.

For reviving the agriculture, improving the land use situation and protection of natural resources are necessary actions for improving the system of tillage, to implement the comprehensive measures to prevent erosion and landslides, creating green protective housing, land improvement and fertilization soils.

References

Economic overview (2013). http://miepo.md/about-moldova/economic-overview

Fondul funciar la 01.01.2014. http://www.arfc.gov.md/files/Nota informativa.

Recensământul General Agricol 2011 în R. Moldova (2013). Chişinău, BNS, p,15-33.

R. Moldova se usucă, chiar dacă are resurse suficiente de apă. 01.08.2012. http://www.timpul.md/articol/

Ursu, A. (2011). Solurile Moldovei. Chişinău: Ştiinţa, 34 p.

Андриеш, С. (2014). Процессы деградации почв Республики Молдова, мероприятия по повышению их плодородия и защита окружающей среды**.** *Природные и антропогенные факторы воздействия на качество почв и водных ресурсов Республики Молдова*. Кишинэу: AŞM, pp. 26-58.

Лях, Т. (2014). Влияние эрозионных процессов на физико-химические и геохимические свойства почв транзитных и аккумулятивных ландшафтов. *Природные и антропогенные факторы воздействия на качество почв и водных ресурсов Республики Молдова*. Кишинэу: AŞM, pp. 59-107.

Лях, Т. (2014а). *Современное состояние плодородия почв Молдовы в условиях интенсификации процессов деградации.* Агрохимия і Грунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. К.3. Харків: ТОВ «Смугаста типографія», 2014, с. 46-47.

Филипчиук, В. (2014). Деградация чернозема при орошении и методы восстановления плодородия. *Природные и антропогенные факторы воздействия на качество почв и водных ресурсов Республики Молдова*. Кишинэу: AŞM, pp. 108-136.

RESTORATION OF DEGRADED SOILS PROPERTIES BY PHYTOTECHNICAL METHODS IN CONDITIONS OF MOLDOVA

Tamara Leah
Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection "Nicolae Dimo", Moldova

Abstract

The existing system of agriculture in Moldova led to the organic matter decline, destruction and loss of the resistance to compaction of soil arable layer. Research has established that alfalfa with pivotally root system contribute poorly to the remediation of structure and content of humus in soils. Under the influence of the perennial herbs mixture, legumes and grasses over 4-6 years, the crop which was used as fodder production, increased the soil organic matter by 0.55% or 0.11% annually; improved the structural status of arable layer; was initiated the formation of fallow layer with a thickness of 4-5 cm. Remediation of the organic matter and natural structure of degraded chernozems is possible through the sowing perennial herbs as a successive crop used as green manure and as a occupied field by this culture in 4-5 rotation soles. The agricultural production of field crops cultivated after herb mixture increased by 20-30%. Implementation of the phytoameliorative methods and use the herb mixture for remediation the quality status of chernozems is possible only to restore the livestock sector and allocation under perennial grasses 15-20% of degraded and low productive land.

Key words: *soil degradation, perennial herbs mixture, arable layer, humus, structure*

Introduction

The classic system of agricultural works applied in Moldovan agriculture has led to the gradual increase in production, but intensified the appearance of degradation processes of soil properties, reduction of fertility and their production capacity. Excessive agricultural works have favored mitigation the processes of soil organic matter content, deterioration of the soil structure, increase the danger of erosion. The heavy traffic and too frequently resulted in increased the compaction, and, therefore, the onset of other negative phenomena. As a result of reducing the organic matter flow in arable soil layer, destructuring and loss of its natural resistance to secondary compaction, the agricultural system currently existing in Moldova is inefficient both economically and ecologically. Catastrophic decrease of organic fertilizers application led to decreased the influence of chemical fertilizers on crop yields production. The balance of humus in agricultural soils became profoundly negative (Cerbari, 2011).

Thus, appeared the necessity for development of conservation agriculture system which includes a range of complementary agricultural practices: minimal disturbance of arable layer for preserve the structure, preserve the biota and organic matter in the soils; permanent maintaining the soil covered (with plant debris, vegetal residue, mulch) in aim to preserve soil moisture; various rotations and crop combinations that stimulate the activity of soil microorganisms and eliminate plant pests and diseases, weeds; cultivation of legumes and grasses as intermediate crops used as green fertilizes (Leah, 2013; Leah and Cerbari, 2013; Shein and Milanovsky, 2002; Вътева и Крумов, 2002).

Material and Methods

The object of the research was Chernozem Cambic (Leachate) from Central zone of Moldova (Ivancea, Orhei). The purpose of research - development, testing and assessment the phytotechnological methods on the changes in soil quality status, maintaining on the long-term the quality status of remediated arable chernozems, used long period in agriculture.

The researches was conducted on the strips with a mixture of perennial grasses: *alfalfa + ryegrass (steppe)* after 6 years and *sainfoin + ryegrass (steppe)* after 4 years of their establishment. Strip size: width - 10.7 m and length - 700 m.

Results and Discussion

To highlight the characteristics of initial parameters of Cambic Chernozem, spread on the experimental field were placed the soil profile with depth 200 cm and 4 semiprofile with depth of 50 cm (Table 2 and Table 4).

1. Restoration of degraded soil properties on the strip "Alfalfa + Ryegrass" - 6 years

Evaluation of changes in soil characteristics studied was conducted under the influence of the root system and organic debris remaining on the soil surface after mowing perennial grasses (about 25% of the crop from 1m² surface plots). The harvest of *alfalfa + ryegrass* in 6 years and changes in status quality of arable layer of cambic chernozem under the influence of mixture of perennial grasses in 2008-2013 are presented in Table 1.

Table 1. Total yield of perennial grasses (alfalfa + ryegrass) in 6 years on the Chernozem Cambic

<table>
<tr><th rowspan="2">Yield per 1 ha</th><th rowspan="2">Green mass, t/ha</th><th rowspan="2">Humi-dity, %</th><th rowspan="2">Absolutely dry mass, t/ha</th><th rowspan="2">Cereals units, t/ha</th><th>Ash</th><th>N</th><th>P_2O_5</th><th>K_2O</th><th>C</th><th>C:N</th></tr>
<tr><th colspan="6">% of dry mass</th></tr>
<tr><td>The total yield in 6 years</td><td>187</td><td rowspan="2">75.0</td><td>46.7</td><td>29.9</td><td rowspan="2">10.1</td><td rowspan="2">2.48</td><td rowspan="2">0.57</td><td rowspan="2">1.90</td><td rowspan="2">37.3</td><td rowspan="2">15.0</td></tr>
<tr><td>The average annual yield</td><td>31</td><td>7.8</td><td>5.0</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Mass of plant debris and roots left in the soil</td><td>total in 6 years</td><td>28.8</td><td rowspan="2">-</td><td rowspan="2">15.9</td><td rowspan="2">1.91</td><td rowspan="2">0.35</td><td rowspan="2">0.91</td><td rowspan="2">32.5</td><td rowspan="2">17.0</td></tr>
<tr><td>annually average</td><td>4.8</td></tr>
</table>

As a result of land use under grasses mixture *(ryegrass + alfalfa)* in six years the quality state of 0-12 cm soil layer, formed by disking, was changed positively. According to the results, in the 0-35 cm soil layer on the strip with grasses were returned around 28.8 t/ha of organic debris and roots in absolutely dry mass (about 4.8 t/ha annually), an average nitrogen content of 1.91%. Organic matter content in the 0-12 cm disking layer increased by 0.43%, in the 12-20 cm layer - 0.11% and 20-35 cm layer - 0.06%. Along of 6 years, under the influence of the mixture of perennial grasses and legumes, organic matter reserves in the 0-12 cm layer of leached chernozem were increased by 0.43% or 6.3 t/ha.

For its part, a greater flow of organic matter in soil (formation of biogenic layer 0-12 cm) has led to the partial remediation of the soil structure, increasing the hydrostability of favorabile agronomic aggregates, decreasing the bulk density (Table 2).

Table 2. Modification of the arable layer properties of Cambic Chernozem in 6 years as a result of alfalfa + ryegrass using, (numerator - the initial parameters of soil characteristics, denominator - the change parameters, the average data)

Horizon and depth (cm)	Bulk density, g/cm^3	Total porosity, %v/v	Favorable aggregate sum, 10-0.25 mm, %	Hydrostability of favorable aggregates, %	Humus, %	Nitrogen total, %	Phosphorus total, %
Ahp1 0-12	1.29 1.22	50.8 53.4	66.5 69.0	65.3 73.0	3.43 3.86	0.212 0.236	0.148 0.157
Ahp1 12-20	1.41 1.38	46.4 47.5	51.5 54.7	68.7 75.4	3.22 3.33	0.203 0.213	0.136 0.130
Ahp2 20-35	1.48 1.44	44.5 45.9	50.8 52.7	73.3 78.2	3.06 3.12	0.195 0.202	0.124 0.123
Ah 35-50	1.43 1.41	46.5 47.4	79.3 77.6	75.7 75.4	2.86 2.85	0.187 0.185	0.102 0.095

2. Restoration of degraded soil properties on the strip "Sainfoin + Ryegrass" - 4 years

The results obtained on the strip *sainfoin + ryegrass* along the 4 years are shown in Table 3. According to the results, on the strip with *sainfoin + ryegrass* in 4 years was returned in soil in absolutely dry mass about 17.8 t/ha of organic debris (annually 4.5 t/ha) on average nitrogen content of 2.1%. Organic matter content in the 0-12 cm disking soil layer was increased by 0.37%, in the 12-20 cm layer - by 0.11%, but in the 20-35 cm layer the content of humus not increased (0.02%).

Table 3. Yield of perennial grasses (sainfoin + ryegrass steppe) on Cambic Chernozem

Harvest and dry mass, t/ha	Humidity, % to the green mass	Absolute dry mass, t/ha	Cereals units, t/ha	Ash	N	P_2O_5	K_2O	C
				% of dry mass				
The total harvest, absolutely dry mass	in 4 years	27.3	18.5	8.1	3.1	0.7	1.9	45.2
	annually average	6.8	4.6					
Absolutely dry mass of organic debris and roots left in the soil	in 4 years	17.8	-	12.1	2.1	0.5	1.2	44.8
	annually average	4.5	-					

In turn, a greater flow of organic matter in the soil (0-12 cm) led to a partial correction of soil structure, increase hidrostability of favorable agronomic aggregates, decrease the bulk density, the same as previous variant (Table 4).

Table 4. Modification of the arable layer properties of chernozems in four years as the result of land use under sainfoin + ryegrass (numerator - the initial parameters of soil characteristics, denominator - the changed parameters, the average data)

Horizon and depth (cm)	The bulk density, g/cm^3	The total porosity, %	Favorable aggregates sum, 10-0.25 mm, %	Hydrostability of favorable aggregates, %	Humus, %	Mobile forms	
						P_2O_5	K_2O
Ahp1 0-12	1.29 1.21	50.8 53.8	66.5 71.6	65.3 70.9	3.43 3.80	2.3±0.4 3.2	23±1 29
Ahp1 12-20	1.41 1.30	46.4 50.6	51.5 55.4	68.7 72.4	3.22 3.33	1.7±0.2 2.7	21±2 24
Ahp2 20-35	1.48 1.46	44.5 45.1	50.8 51.3	73.3 74.2	3.06 3.08	1.4±0.2 1.8	14±1 21
Ah 35-50	1.43 1.40	46.5 47.4	79.3 78.5	75.7 75.4	2.86 2.85	1.2±0.2 1.5	13±1 20

A more profound and stable recovery of degraded arable layer soil characteristics by tested technologies can be achieved in a period of time - 15-20 years. Utilization of perennial grasses in this period will restore degraded soil properties: compacted soil becomes structured, will accumulate organic matter and increase the humus content in the soil).

In the Central Moldova the cultivation of perennial grass mixtures *(sainfoin + ryegrass)* and *(alfalfa + ryegrass)* as a measure to remediation the quality status of chernozems necessary to implement on the area of 100 000 ha - the mandatory minimum area of fodder perennial grasses for the creation of conservation agriculture. These technologies are available to all farmers, not expensive, provides fodder production equivalent to at least 4.0-5.0 t/ha cereals units and also help to remediate the quality status of degraded soils.

Conclusion

Using the perennial grasses in crop rotation forms prerequisites for the implementation of sustainable agriculture that protects the soils, while obtaining high quality fodder and agricultural production.

Utilization of perennial grasses as green manure provides a equilibrated or slightly positive balance of organic matter in the soils, annually returns in arable layer about 5 t/ha of dry plant debris and roots which provide synthesis about 1.2 t/ha of humus.

Cultivation of grasses restores gradually the physical, chemical and biological quality status of degraded soils. The land surface with perennial grass mixture are recommended to be sown again after 4-5 years of exploitation.

Introduction into a crop rotation with 5 fields - one field sown with mixture of *alfalfa + steppe ryegrass*, *sainfoin + steppe ryegrass* is an effective method of restoring status as degraded arable layer of investigated chernozems and maintaining a positive balance of carbon and humus in arable layer.

To remediate the degraded soil properties it is necessary to restore the livestock in order to use the perennial grass production volume, where if the surface will be increased.

References

Cerbari, V. (2011). Programul de dezvoltare şi implementare a tehnologiilor conservative în agricultură. În: rev. *Agricultura Moldovei*, 4-5: 7-9 (rom).

Leah, T. and V. Cerbari. (2013). Restoration of leached chernozems fertility under the influence of green and organic fertilizers. *Scientific paper. Series Horticulture. "Horticultura - Ştiinţă, Calitate, Diversitate şi Armonie",* LVI. Vol.56. nr.2. Ed. „Ion Ionescu de la Brad". Iaşi, Romania, 413-418.

Leah, T. (2013). Grasslands and forage crops - important factors for remediation of degraded soils in the Republic of Moldova. *Scientific paper. Series Agriculture* "*Agricultura României în contextul PAC".* Vol. 56. nr.2. 2013, p.17-22. Ed. "Ion I. de la Brad".

Shein, E. V. and E. Yu. Milanovsky. (2002). Soil organic matter and aggregate stability. In: *Proceedings, International Conference „Soils under Global Change",* Constanta, Romania. Vol.1, 583-587.

Вътева, В., В. Крумов. (2002). Залужение ерodированной выщелоченной бурой лесной почвы многолетними травосмесями с участием эспарцета. *Почвознание, агрохимия и екология,* 37, № 1-3, 176-179.

ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ДЪЖДА, НАКЛОНА НА СКЛОНА И РАСТИТЕЛНАТА ПОКРИВКА ВЪРХУ ЕРОЗИОННИТЕ ПРОЦЕСИ ПРИ КАРБОНАТЕН ЧЕРНОЗЕМ. I. ПОВЪРХНОСТЕН ОТТОК

Людмила Лозанова, Светла Русева, Милена Митова,
Диляна Илиева, Августа Степчич
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

INFLUENCE OF THE RAINFALL CHARACTERISTICS, THE SLOPE GRADIENT AND THE VEGETATION COVER ON THE EROSION PROCESSES AT HAPLIC KASTANOZEM. I. SURFACE RUNOFF

Lyudmila Lozanova, Svetla Rousseva,
Milena Mitova, Dilyana Ilieva, Avgusta Stepchich
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Soils developed on loess are among the most vulnerable to erosion because of predomination of silty textural fraction and unstable structural aggregates. The aim of this study is to establish the trends of the relationship of the volume of the surface runoff on the rainfall intensity, the slope gradient and the presence of vegetation cover.

Erosion experiments with simulated rainfalls at four levels of intensity have been set up on the territory of the experimental field of the Experimental Station for Erosion Prevention, Ruse, at three slope gradients. The experiments were carried out on bare soil and on soil cropped with corn.

The dependence of the runoff volume per unit area on the rainfall intensity could be approximated with linear relationship. That relationship was logarithmic when a compacted subsurface layer existed. The increases of the rainfall intensity caused faster increase of the runoff volume at antecedently dry, compared to antecedently saturated bare soil. Depending on the rainfall intensity increase, the runoff volume at antecedently saturated soil increased faster than that at antecedently dry soil cropped with corn. The influence of the slope gradient on the runoff volume was more clearly pronounced at the cropped variants, where the slope gradient decrease reduced the runoff volume.

Key words: soil erosion, surface runoff, rainfall, slope, maize, rainfall simulation

Увод

Водната ерозия на почвата е най-значителният почвено-деградационен процес на територията на България, който засяга над 60 % от земеделските земи. Почвите, развити върху льос, са измежду най-уязвимите от ерозия, поради преобладаващото съдържание на праховити фракции и слабата водоустойчивост на структурните агрегати. Тъй като черноземите са едни от най-ценните в агрономическо отношение почви у нас, изучаването на ерозионните процеси върху тях е от особено значение. Важен проблем в това отношение е установяването на количествени зависимости между основните параметри на ерозионния процес и факторите на водната ерозия.

Целта на настоящата разработка е установяване на тенденциите на зависимостта на количеството на повърхностния отток от интензивността и поредността на дъжда, наклона на склона и наличието на растителна покривка.

Материал и методи

На територията на опитното поле на Опитната Станция за Борба с Ерозията, гр. Русе, са проведени серия ерозионни експерименти с моделно дъждуване при три наклона на терена (7, 4 и 2°), представлявящи съответно долната, средната и горната част на склон със северно изложение. Почвата е карбонатен чернозем с глинесто-песъклив до леко песъкливо-глинест механичен състав. Моделните дъждове са създавани от апарата на Николов (1971). Този апарат създава моделни дъждове с постоянна интензивност, ниска пространствена вариабилност и ерозионност, близка до тази на естествените валежи (Rousseva and Nikolov, 2000). Експериментите са проведени при четири нива на интензивност, около 2.0, 1.0, 0.5 и 0.3 mm/min, при общ воден разход от около 150 l/m^2, реализиран чрез трикратно дъждуване (по 50 l/m^2) на две паралелни площадки с едно от четирите нива на интензивност на моделния дъжд, като второто дъждуване е извършено 24 часа след първото, а третото – един час след второто. Така за всеки вариант са построявани четири двойки отточни площадки, като точната интензивност, количество на моделния дъжд и параметрите на оттока, са определяни за всяка от паралелните площадки (Лозанова, 2001). Ето защо за дъждувана площадка (отделен ерозионен процес) се приема еднократното дъждуване (50 l/m^2) на всяка паралелна отточна площадка.

Характеристиките на всеки моделен дъжд са определяни посредством устройството за измерване на дъжда, разработено от Nikolov (1988). Експериментите с моделни дъждове са провеждани при скорост на вятъра под 7-8 m/s.

Отточните площадки са с дължина 8 и ширина 1.5 m. Експериментите са проведени при следните варианти:

1. Угар (поддържана три години) при наклон 7^0 (общо 24 площадки);
2. Угар (дълбоко изорана) при наклон 7^0 (24 площадки);
3. Угар (след стърнище) при наклон 4^0 (24 площадки);
4. Угар (след стърнище) при наклон 2^0 (24 площадки);
5. Царевица (8-10 лист) при наклон 7^0 (24 площадки);
6. Царевица (пълна зрялост) при наклон 7^0 (24 площадки);
7. Царевица (6-8 лист) при наклон 4^0 (24 площадки);
8. Царевица (12-13 лист) при наклон 2° (24 площадки).

Участъкът на вариант 1 е поддържан в състояние на угар в продължение на три години преди експериментите, посредством периодични обработки на дълбочина 7 – 10 cm. В резултат от това се е формирал 20-сантиметров уплътнен слой (10 – 30 cm). Участъкът на вариант 2 е изоран на дълбочина 30 cm и фрезуван една седмица преди експериментите.

При варианти 2, 3 и 4 стърнището е изгаряно, за да се намали влиянието върху експериментите на следжътвените остатъци. Преди първото дъждуване на вариантите без растителност, повърхността на всяка площадка е подравнявана с гребло, като

буците са разбивани и почвената повърхност е привеждана в така нареченото „градинско състояние”, с цел да се осигури еднаква начална хидравлична грапавина.

За варианти 5-8 е използван производствен посев на царевица засят по хоризонталите на склона с междуредово разстояние 70 cm. Средната височина на царевицата е определяна чрез измерване на 35 растения за всеки вариант. За вариант 5 тя е 60 cm, вариант 6 – 230 cm, вариант 7 – 55 cm и вариант 8 – 109 cm. При вар.5 (6-8 лист) царевицата е двукратно окопана, чиста от плевели, при вар. 6 (пълна зрялост) почвената повърхност е гладка, редовете от загърлянето са се заравнили, при вар.7 преди дъждуването е извършена междуредово окопаване с култиватор, има балур и синап, напръскани с хербицид, при вар.8 са оформени бразди при последната обработка (загърляне), посевът е чист от плевели. Гъстотата на посева за вариантите с царевица (бр.растения на дка) е изчислена въз основа на броя растения в 8-те площадки построявани за всеки вариант и е, както следва: вар.5 – 6300; вар.6 – 4100; вар.7 – 6100 и вар.8 – 5500 растения на декар.

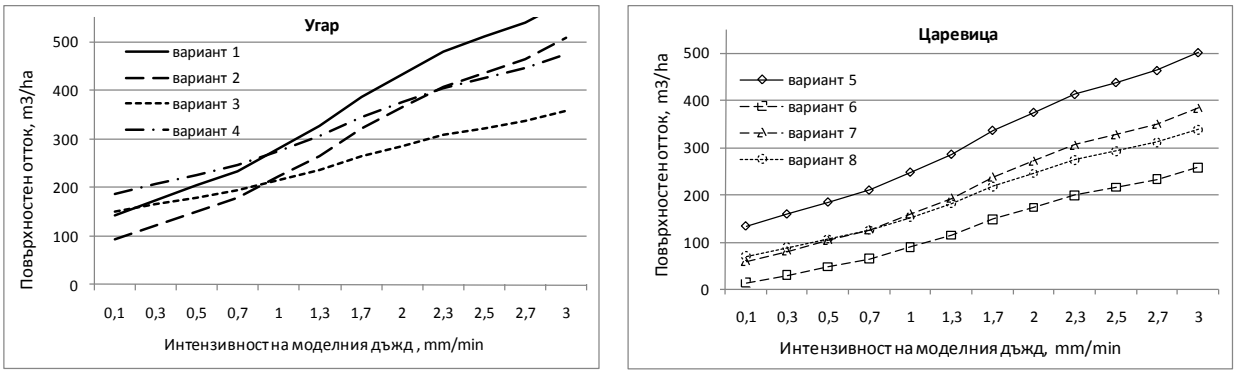
Всеки моделен дъжд е характеризиран чрез количеството и интензивността му. Обемът на повърхностния отток е определян чрез измерване на нивото на водния стълб в контейнер-резервоар с площ на дъното 1 m^2 и е преизчислен в m^3/ha. Количеството на твърдата фаза в оттока е определяно по тегловния метод в абсолютно сухо състояние от еднолитрова средна проба от повърхностния отток и преизчислено като количество почвени загуби от ерозия от единица площ [t/ha].

Данните от ерозионните експерименти са систематизирани в база данни под MS Excel. Тенденциите на зависимостите на обема на повърхностния отток от интензивността и поредността на дъжда, наклона на склона и наличието на растителна покривка са установени чрез статистически анализи (StatSoft. Inc, 1995) на информацията от експериментите.

Резултати и обсъждане

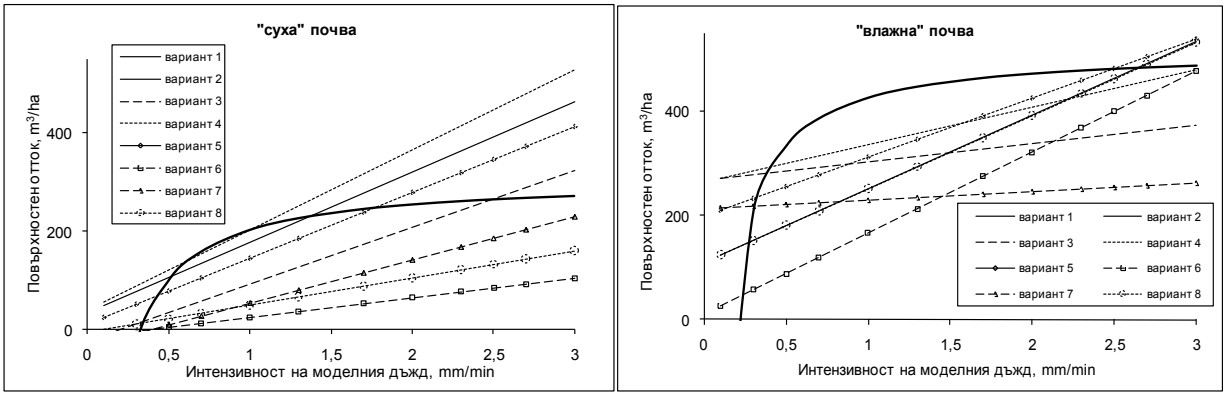
На фигура 1 е представена тенденцията на зависимостта на общото количество на повърхностния отток от единица площ по варианти от интензивността (I mm/min) на моделните дъждове. Линиите представляват регресионните зависимости получени от всички експериментални точки за съответния вариант. Отчетливо е влиянието на царевицата върху количеството на повърхностния отток за целия диапазон на изпитани интензивности на моделните дъждове. Средното количество на оттока по варианти е в дипазона 211-276 m^3/ha за вариантите без растително покритие и 90-237 m^3/ha за тези върху царевица. При вариантите с царевица се откроява влиянието на степента на развитие на културата, както и на наклона.

На фигура 2 са представени тенденциите на зависимостта между обема на повърхностния отток от единица площ и интензивността на моделните дъждове при различна изходна влажност на почвата, с и без растителна покривка и при различен наклон на склона (вариант). Те са получени чрез регресионен анализ на получените експериментални данни за относително суха (I дъждуване) и много влажна (III дъждуване) почва.



Фиг. 1. Тенденции на зависимостта между повърхностния отток от единица площ и интензивността на моделните дъждове върху почва без растителна покривка и засята с царевица при различен наклон на склона

Графиките от Фиг. 2 показват, че с изключение на вар.1, зависимостта между обема на повърхностния отток и интензивността на дъжда може да се апроксимира с линейна функция. При вар.1, който се характеризира с уплътнен слой в близост до повърхността на почвата, тази зависимост може да се апроксимира с логаритмична функция. Отчетливо се очертават количествените различия в зависимост от изходната влажност на почвата, наклона на склона (вариант) и наличието или отсъствието на растителност.



Фиг. 2. Тенденции на зависимостта между обема на повърхностния отток от единица площ и интензивността на моделните дъждове при "суха " и "влажна" почва при различен наклон на склона с и без растителност

При по-ниската изходна влажност на почвата (първо дъждуване) количеството на повърхностния отток е сравнително ниско при I<0,5 mm/min дори при вариантите без растителна покривка (вар.1-вар.4), но при нарастване на интензивността на симулираните дъждове степента на нарастване на повърхностния отток при тях е много по-голяма, отколкото при вариантите с царевица (с изключение на вар.5 – наклон 7^0, 8-10 лист). При изходна влажност близка до насищането (III дъждуване) количеството на оттока при ниските интензивности нараства значително, особено за вариантите върху угар. За сметка на това градиентът на нарастването му с нарастване на интензивността е

много по-малък. При вариантите с царевица (с изключение на вар.7, накл. 4^0, 6-8 лист) освен количеството на оттока при ниските интензивности, нараства и градиентът на неговото увеличаване при нарастване интензивността на дъжда. Това се дължи на образуването на почвена кора при незащитена от растителност почва по-време на първо и второ дъждуване, което рязко съкращава инфилтрационната способност на почвата. Ето защо при третото дъждуване количеството на повърхностния отток се определя не толкова от интензивността на дъжда колкото от формирането на почвена кора при отсъствие или недостстъчна растителна покривка.

Оттокоредуциращата функция на царевицата се проявява отчетливо при по-ниската изходна влажност на почвата, особено при по-малка степен на наклона (вар.7, вар.8), или по-висока фенологична фаза на царевицата (вар 6). При по-високата изходна влажност на почвата тази функция се запазва до интензивност на дъжда ~1,5 mm/min, а при пълно развитие на царевицата – до 2-2,5 mm/min.

Влиянието на изходната влажност на почвата и наличието на растителна покривка върху количеството на повърхностния отток се илюстрира и от данните в таблица 2.

Таблица 1. Влажност на почвения слой 0-20 ст, в %, преди първо (I) и преди трето (III) дъждуване по варианти

Поредност на дъжд	Угар				Царевица			
	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8
I	17,82	20,38	18,05	20,47	18,98	24,69	19,21	17,04
III	27,72	29,35	27,06	26,95	29,23	28,89	28,26	27,19

Дори при висока изходна влажност на почвата при количество на дъжда 50 l/m^2 не се е формирал повърхностен отток при царевица (вар.6, пълна зрялост). По-високата изходна влажност на почвата понижава оттокоредуциращата способност на царевицата повече от два пъти. Докато максималния отток при вариантите върху угар е 47 % по висок отколкото при царевица (I дъждуване), при по-високата изходна влажност (III дъждуване), тази разлика е едва 17%.

Таблица 2. Средна стойност на обема на повърхностния отток и отклонения при различна изходна влажност

Култура	Поредност дъждуване	Обем на повърхностния отток, m^3/ha			
		минимално	максимално	средно	стандартно отклонение
Угар	I	0	376,38	147,35	114,2
Царевица	I	0	255	66,54	78,62
Угар	III	160,29	506,04	311,19	91,75
Царевица	III	0	431,67	234,24	121,93

Заключение

Зависимостта между обема на повърхностния отток от единица площ и интензивността на дъжда може да се апроксимира с линейна функция. При наличие на уплътнен слой в близост до повърхността на почвата, тази зависимост е логаритмична.

Отчетливо е влиянието на царевицата върху количеството на повърхностния отток за целия диапазон на изпитани интензивности на моделните дъждове. При вариантите с царевица се откроява влиянието на степента на развитие на културата, както и степента на наклона.

Оттокоредуциращата функция на царевицата се проявява отчетливо при по-ниската изходна влажност на почвата, особено при по-малка степен на наклона (вар.7, вар. 8), или по-висока фенологична фаза на царевицата (вар 6). При по-високата изходна влажност на почвата тази функция се запазва до интензивност на дъжда ~1,5 mm/min, а при пълно развитие на царевицата – до 2-2,5 mm/min.

По-високата изходна влажност на почвата понижава оттокоредуциращата способност на царевицата повече от два пъти. Докато максималния отток при вариантите върху угар е 47% по висок отколкото при царевица (I дъждуване), при по-високата изходна влажност (III дъждуване), тази разлика е едва 17%.

Литература

Лозанова, Л. 2001. Някои закономерности на ерозионните процеси при карбонатен чернозем. Дисертация. ИП „Н. Пушкаров", София.

Николов, С. 1971. Апарат за експедиционни ерозионни проучвания. *Почвознание и агрохимия*, 6 (2), 117-124.

Nikolov, S. 1988. A Small Rainfall Simulator for Laboratory and Field Research. Proceedings of the International Symposium on Water Erosion, Varna, Bulgaria, 207-212

Rousseva, S., S. Nikolov. 2000. Assessments of impact of soil erosion in agroecosystems. Part 1. Energy of simulated rainfall impact on bare soil. *Journal of Balkan Ecology*, **3** (1), 57-63

Rousseva, S. 2000. Assessments of impact of soil erosion in agroecosystems. Part 2. Energy of simulated rainfall impact on soil with vegetation cover. *Journal of Balkan Ecology*, **3** (1), 64-70

StatSoft, Inc. 1995. *STATISTICA for Windows*. StatSoft, Inc., 2325 East 13th Street, Tulsa, OK 74104, USA, tel.: (918) 583-4149, fax: (918) 583-4376

ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ДЪЖДА, НАКЛОНА НА СКЛОНА И РАСТИТЕЛНАТА ПОКРИВКА ВЪРХУ ЕРОЗИОННИТЕ ПРОЦЕСИ ПРИ КАРБОНАТЕН ЧЕРНОЗЕМ. II. ПОЧВЕНИ ЗАГУБИ

Людмила Лозанова, Светла Русева, Милена Митова,
Диляна Илиева, Августа Степчич
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

INFLUENCE OF THE RAINFALL CHARACTERISTICS, THE SLOPE GRADIENT AND THE VEGETATION COVER ON THE EROSION PROCESSES AT HAPLIC KASTANOZEM. II. SOIL LOSS

Lyudmila Lozanova, Svetla Rousseva,
Milena Mitova, Dilyana Ilieva, Avgusta Stepchich
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Erosion studies on the soils developed on loess are important for both agriculture and environmental protection because these soils are of agricultural value but highly vulnerable to erosion. The aim of this study is to establish the trends of the dependencies of the soil loss on the rainfall intensity, the slope gradient and the presence of vegetation cover.

Erosion experiments with simulated rainfalls at four levels of intensity have been set up on the territory of the experimental field of the Experimental Station for Erosion Prevention, Ruse, at three slope gradients. The experiments were carried out on bare soil and on soil cropped with wheat.

The results of this study showed that the relationship between the amount of eroded soil per unit area and the rainfall intensity can be approximated as linear, which slope depends on the slope gradient for the variants on bare soil. There is no such relationship on the slope gradient for the variant cropped with corn.

Key words: soil erosion, soil loss, rainfall, slope, maize, rainfall simulation

Увод

Предвид агрономическата значимост на черноземите и високата степен на уязвимостта им към ерозиране, изучаването на ерозионните процеси при тях от особено значение както за земеделието, така и за опазването на природната среда. Важен проблем в това отношение е установяването на количествените зависимости между основните параметри на ерозионния процес и факторите на водната ерозия. В първата част на тази разработка (Лозанова и др., 2015) са установени най-общите тенденции на зависимостта на обема на повърхностния отток от интензивността и поредността на дъжда, наклона на склона и наличието на растителна покривка. Целта на тази част от разработката е установяване на тенденциите на изменение на количеството на еродираната почва в зависимост от интензивността и поредността на дъжда, наклона на склона и наличието на растителна покривка.

Материал и методи

Ерозионните експерименти са проведени на територията на опитното поле на Опитната Станция за Борба с Ерозията, гр. Русе, при три наклона на терена (7, 4 и 2°) и четири нива на интензивността на моделни дъждове, създавани с апарата на Николов (1971). Почвата е карбонатен чернозем с глинесто-песъклив до леко песъкливо-глинест механичен състав. Експериментите са проведени при следните варианти:

1. Угар (поддържана три години) при наклон 7^0 (общо 24 площадки);
2. Угар (дълбоко изорана) при наклон 7^0 (24 площадки);
3. Угар (след стърнище) при наклон 4^0 (24 площадки);
4. Угар (след стърнище) при наклон 2^0 (24 площадки);
5. Царевица (8-10 лист) при наклон 7^0 (24 площадки);
6. Царевица (пълна зрялост) при наклон 7^0 (24 площадки);
7. Царевица (6-8 лист) при наклон 4^0 (24 площадки);
8. Царевица (12-13 лист) при наклон 2^0 (24 площадки).

Методиката на експериментите и описанието на вариантите са представени подробно в първата част на настоящата разработка (Лозанова и др., 2015).

Всеки моделен дъжд е характеризиран чрез количеството и интензивността му. Обемът на повърхностния отток е определян чрез измерване на нивото на водния стълб в контейнер-резервоар с площ на дъното 1 m^2 и е преизчислен в m^3/ha. Количеството на твърдата фаза в оттока е определяно по тегловния метод в абсолютно сухо състояние от еднолитрова средна проба от повърхностния отток и преизчислено като количество почвени загуби от ерозия от единица площ [t/ha].

Информацията за характеристиките на реализираните моделни дъждове и ерозираната почва е обработена статистически с програмния пакет STATISTICA (StatSoft. Inc, 1995) за установяване на основните тенденциите на зависимостите на количеството на ерозираната почва от интензивността и поредността на дъжда, наклона на склона и наличието на растителна покривка.

Резултати и обсъждане

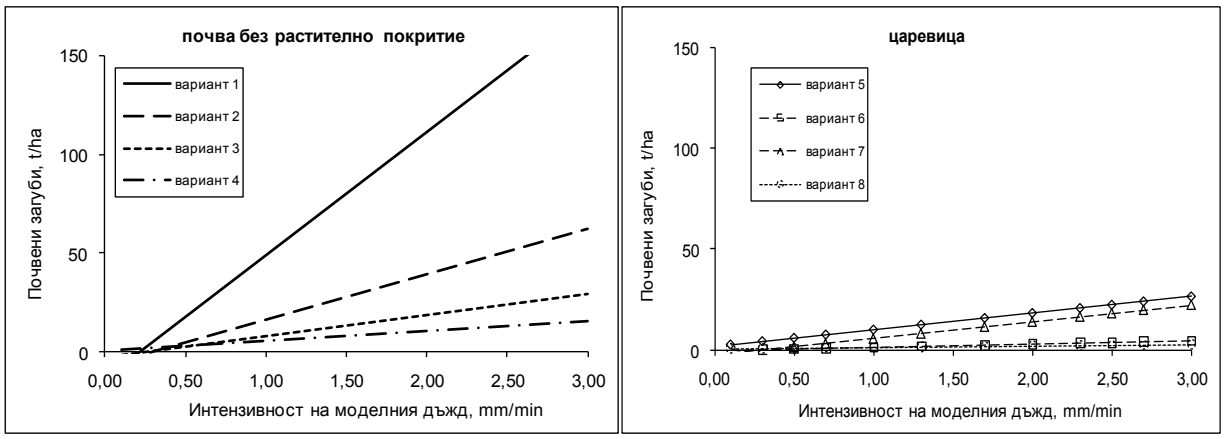
Средните стойности на интензивностите на реализираните моделни дъждове при четирите нива са съответно: 0.33, 0.52, 1.01 и 2.03 mm/min. Съответните минимални стойности са 0.23, 0.39, 0.75 и 1.36 mm/min, а максималните стойности са 0.39, 0.69, 1.26 и 2.61 mm/min.

Данните в табл. 1 и графиките на фиг. 1 представят тенденциите на изменение на количеството на ерозираната почва в зависимост от интензивността на дъжда, наклона на склона и наличието на растителна покривка. Линиите представляват регресионните зависимости получени от всички експериментални точки за съответния вариант. Влиянието на интензивността на дъжда върху количеството на почвените загуби е много по-голямо при вариантите върху угар и особено при наличие на уплътнен слой под почвената повърхност (Вар.1). Влиянието на наклона на склона върху количеството на почвените загуби е особено добре изразено при вариантите върху угар (фиг. 1). Както се вижда от графиката за вариантите с царевица (фиг.1), наличието и степента на развитие на окопната култура в някои случаи е определящо за

количеството на еродираната почва. Това количество е най-малко (1,1-1,2 t/ha) при вар.6 (7^0, пълна зрялост) и вар.8 (2^0, 12-13 лист), а най-голямо – не само при Вар. 5 (накл. 7^0, 8-10 лист), но и при Вар. 7 (накл. 4^0, 6-8 лист).

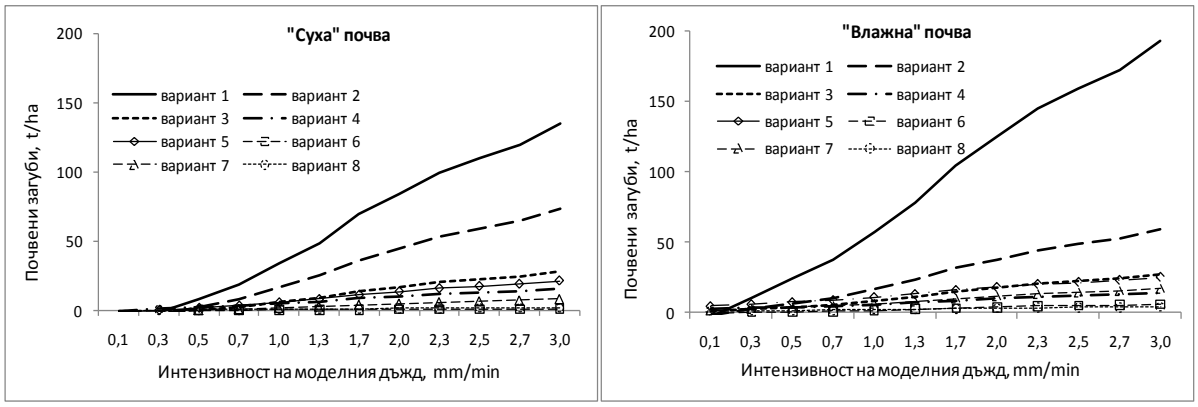
Таблица 1. Средни стойности и отклонения на почвените загуби (t/ha) в зависимост от културата и степента на наклона

Култура		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
		~7°		~4°	~2°
Угар	Миним.	0	0,98	0	0,08
	Максим.	120,09	47,06	25,34	12,72
	Средно	40,91	14,91	8,89	5,51
	Ст. отклон.	38,73	14,04	8,78	3,82
		Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8
		~7°		~4°	~2°
Царевица	Миним.	0	0	0	0
	Максим.	22,50	6,79	24,31	7,10
	Средно	9,22	1,15	5,08	1,22
	Ст. отклон.	6,99	1,81	6,74	1,69



Фиг. 1. Тенденции на зависимостта между почвените загуби от единица площ и интензивността на моделните дъждове върху почва без растителна покривка и царевица при различен наклон на склона

Както се вижда от графиките на Фиг. 2 по-високата изходна влажност води до по-бързото нарастване на количеството еродирана почва с нарастване на интензивността на дъжда, при условията нна експеримента, само при наличието на уплътнен слой под почвената повърхност (Вар. 1). За останалите варианти е характерно, че при по-високата изходна влажност процесите на еродиране на почвата започват при по-ниска интензивност на дъжда. При по-високите интензивности количеството на еродираната почва нараства с около 20% при вариантите с царевица и около 30% при почва без растителност.



Фиг. 2. Тенденции на зависимостта между почвените загуби от единица площ и интензивността на моделните дъждове при "суха " и "влажна" почва при вариантите без растителност (1-4) и с царевица за зърно (5-8)

Изводи

Кумулативното количество на еродираната почва нараства линейно във функция от интензивността на моделния дъжд. Зависимостта между количеството на еродираната почва от единица площ и интензивността на дъжда може да се апроксимира с линейна функция, чийто наклон зависи от наклона на склона при вариантите без растителност. При вариантите с царевица такава зависимост от наклона на склона не е установена, тъй като решаващ фактор е степента на развитие на царевицата.

При по-висока изходна влажност процесите на еродиране на почвата започват при по-ниска интензивност на дъжда. При по-високите интензивности количеството на еродираната почва нараства с около 20% при вариантите с царевица и с около 30% при почва без растителност.

Литература

Лозанова, Л., С. Русева. 2001. Влияние на характеристиките на дъжда, наклона на склона и растителната покривка върху ерозионните процеси при карбонатен чернозем. I. Повърхностен отток. Национална конференция с международно участие „90 години Почвознание в България", 13-15 септ. 2001, София.

Николов, С. 1971. Апарат за експедиционни ерозионни проучвания. *Почвознание и агрохимия*, **6** (2), 117-124.

StatSoft, Inc. 1995. *STATISTICA for Windows*. StatSoft, Inc., 2325 East 13th Street, Tulsa, OK 74104, USA, tel.: (918) 583-4149, fax: (918) 583-4376.

ОПРЕДЕЛЯНЕ И КАРТОГРАФИРАНЕ НА С- ФАКТОР И ДЕЙСТВИТЕЛНИЯ ЕРОЗИОНЕН РИСК ОТ ПЛОСКОСТНА ВОДНА ЕРОЗИЯ В НП „ЦЕНТРАЛЕН БАЛКАН”

Илия Малинов, Диляна Илиева
ИПАЗР „Н. Пушкаров”, София
E-mail: iliamalinov@yahoo.com

ESTIMATING AND MAPPING C- FACTOR AND ACTUAL SHEET WATER EROSION RISK IN NP "CENTRAL BALKAN"

Iliya Malinov, Dilyana Ilieva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Vegetation has a significant influence on the intensity of erosion. Through its functions, it is a natural protection and limiting factor in the risk of erosion. In the article, for the first time in the country, it is presented data on erosion efficiency of the vegetation and the actual risk of sheet water erosion of mountain areas above 1200 meters. The coefficients of vegetation cover by Wischmeier (1978) are adapted for data from management plan of the National Park "Central Balkan". The values of soil conservation (C- factor) for 10 groups of vegetation cover and the actual erosion risk are defined. The results are processed in GIS and presented as annotated color maps. On 91.9% of the territory of the park C - factor is in the range of 0.001 to 0.004, due to the good state of forest plantations and mountain pastures. Based on the high erosion efficiency of the plant cover total of 89% of the area of the park is characterized by very low - in the range of tolerable soil erosion losses and low real risk - up to 3 t / ha y. The results show that despite the high potential risk in the park, in fact it is well protected from erosion and a precondition for sustainable development and management.

Key words: actual risk, sheet erosion, C - factor, mapping

Увод

От всички природни фактори, растителността е най-сигурният естествен, а може да се каже и единствен защитник на почвата от ерозия. Тя оказва различно ограничаващо влияние върху водния отток и ерозионните процеси. Най – висока противоерозионна ефективност имат добре поддържаната горска и тревна растителност. Устойчивото управление и ползване на почвените ресурси е немислимо без прилагане на оптимални противоерозионни практики. За осъществяване на оптимизацията им, която да сведе ерозионните загуби до съответния толеранс, е необходима предварителна количествена оценка на влиянието на основните ерозионни фактори и риска от ерозия. У нас през последните десетилетия бе адаптирано и приложено (Малинов, 1999, 2003; Малинов и др., 2009; Русева, 2002, 2009; Русева и др., 2010а, 2010б) най-широко използваното в света Универсално уравнение за почвените загуби „Universal Soil Loss Equation” - USLE (Wischmeier, W., and Smith, D., 1965, 1978). Прогнозиране на ерозията в страната за териториите с надморска височина над 1200 m не е направена (Русева и др., 2010а, 2010б), с изключение за тази на НП „Централен Балкан” (Илиева и др., 2015).

Оценката на противоерозионната ефективност на растителната покривка и риска от ерозия в парка ще допълни и обогати националната база данни, необходима за прогнозиране на действителните почвени загуби от плоскостна водна ерозия на почвата в страната. Това ще спомогне за по-подробно картографиране на ерозионния риск, оптимизиране на противоерозионните мерки, ефективно използване на средствата за опазването на почвите и устойчивото управление на ресурсите на парка.

Целта на изследването е да се адаптират стойностите на (C – фактор) по Wischmeier (1978) за естествени пасища, гори и пустеещи земи, както и действителния ерозионен риск от плоскостна водна ерозия на почвата по съществуващи данни за потенциалния риск и растителната покривка в НП „Централен Балкан".

Материал и методи

Основните фактори и рискът от плоскостна водна ерозия в НП „Централен Балкан", са оценени по адаптиран за условията на страната модел за прогнозиране на средногодишни ерозионни почвени загуби, познат още като Уравнение за прогнозиране на почвените загуби - Universal Soil Loss Equation – USLE (Wischmeier, W. and Smith, D., 1965, 1978; Rousseva, 2002), което има вида:

A = RKLSCP (1)

Потенциалният риск от плоскостна водна ерозия е изчислен по формула (1), като средногодишна стойност на количеството ерозирана почва (t/ ha y) при отсъствие на растителна покривка и противоерозионни практики т.е. C = 1 и P = 1 (Илиева и др., 2015).

Коефициентите на защитно действие на растителната покривка са определени от изследвания на наши и чужди автори (Ончев, 1983: Русева и др., 2010 а, 2010б; Wischmeier, 1978) и приложени чрез адаптиране на данни за растителната покривка от плана за управление на НП „Централен Балкан" за:

● територии, заети от горска растителност – с различна пълнота и бонитет на насажденията (табл. 2);

● територии, заети от тревна и храстова растителност (табл. 1);

* ливади, поляни, естествени пасища и пустеещи земи;

* % нелесопригодни площи;

* голини – с различна площ на тревно покритие;

* дивечови ниви и др. обработваеми земи.

Данните са обобщени по видове покритие в съответни таблици и представени като анотирана цветна карта с легенда.

Действителният риск от плоскостна водна ерозия е изчислен като средногодишна стойност на количеството ерозирана почва по уравнение (1) при отсъствие на противоерозионни практики и наличие на растителна покривка върху почвената повърхност.

Резултати и обсъждане

На територията на НП „Централен Балкан" са обособени 7 Паркови участъци с 372 отдела и 3723 подотдела, като определянето на C - фактор е извършено на ниво подотдел в зависимост от растителната покривка в него.

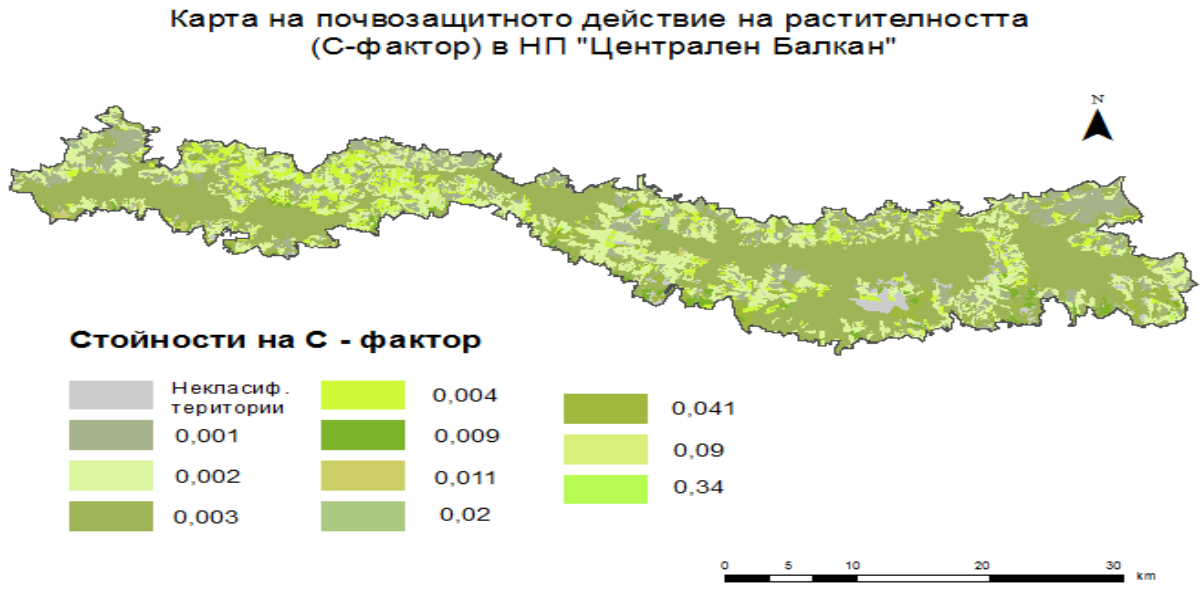
Таблица 1. Стойности на C - фактор за тревната и храстова растителност

№	Тревна и храстова растителност	C - фактор
1	Пасища, ливади, поляни и др.	0.003
2	Голини, изредени култури	0.011
3	Повече от 50 % нелесопригодни площи	0.041
4	Дивечови ниви и обработваеми земи	0.340

Получената информацията е представена като карти и в таблици с данни за противоерозионната ефективност на растителността и действителния ерозионен риск от плоскостна водна ерозия на почвата за територията на парка. Картите са цветни, анотирани и с подробна легенда за стойностите на C - фактор и класове на действителен ерозионен риск. Почвозащитната функция на растителността е представена подробно с 10 стойности на C - фактор (Фиг. 1), определящи противоерозионната ефективност на 12 групи растителна покривка – Табл. 1 и Табл. 2.

Таблица 2. Стойности на C - фактор за горски насаждения

№	Характеристики		
	Бонитет	Пълнота	C - фактор
1	I, II	7-10	0.001
2	III, IV	7-10	0.002
3	V	7-10	0.003
4	I, II	4-6	0.003
5	III, IV	4-6	0.004
6	V	4-6	0.009
7	I, II, III	<4	0.020
8	IV, V	<4	0.090

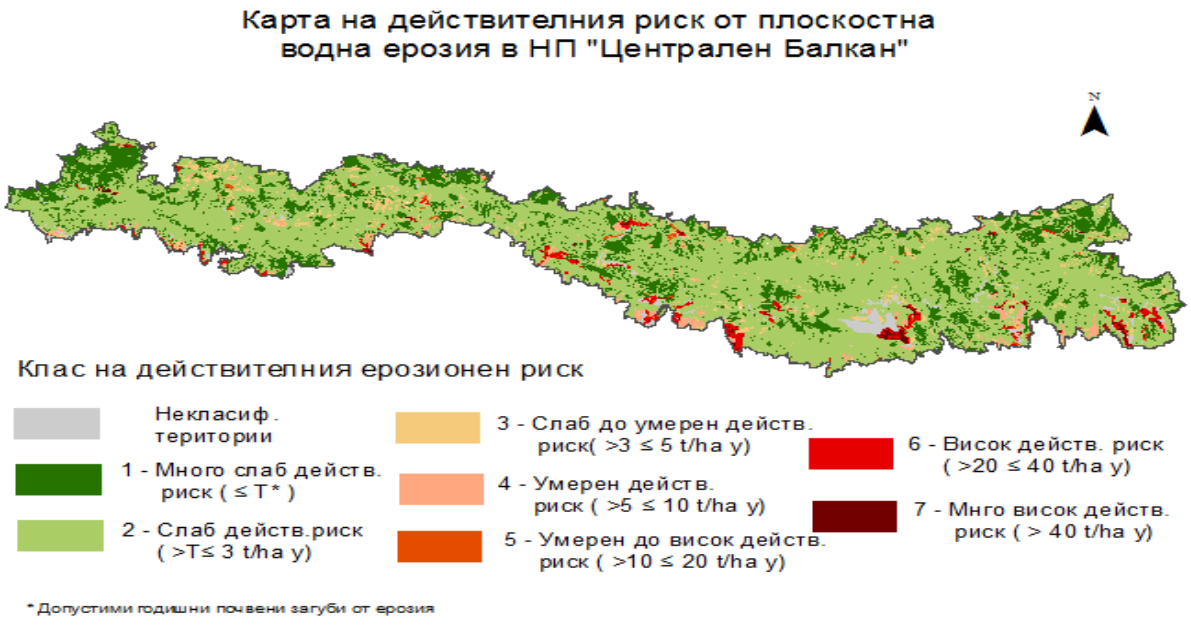


Фиг. 1. Карта на почвозащитно действие на растителната покривка, C - фактор

Данните в Таблица 3 представят площното и процентно разпределение на растителната покривка в парка с различна противоерозионна ефективност. На територията на 84,9% от площта му стойностите на С - фактор е от 0,001 до 0,003, на 8,8% - 0,004 до 0,009, на 0,6% - 0,011 до 0,020, на 3,4% - 0,040 до 0,090 и само на 0,004% над 0,090. Тези резултати показват, че около 95% от територията на парка е заета от растителна покривка с много висок противоерозионен ефект - стойности на С - фактор от 0,001 до 0,004. В резултат от съчетаното действие на трите основни фактора – климат, релеф и почви, над 90 % от площта на парка се характеризира с много висока степен на потенциален ерозионен риск - над 200 t/ha y (Илиева, и др., 2015).

Таблица 3. Разпределение на коефициента на почвозащитно действие на растителността С - фактор на територията на НП „Централен Балкан”

№ по ред	С - фактор	Площ	
		(ha)	%
1	Некласифицирана територия	1627,9	2,3
2	0,001	9515,4	13,2
3	0,002	15553,8	21,7
4	0,003	35890,8	50,0
5	0,004	5057,7	7,0
6	0,009	1298,9	1,8
7	0,011	265,2	0,4
8	0,020	168,9	0,2
9	0,041	2078,1	2,9
10	0,090	366,5	0,5
11	0,340	3,1	0,004
12	**Всичко**	**71826,3**	**100,0**



Фиг. 2. Карта на степените на действителен риск от плоскостна водна ерозия

Въз основа на данните за потенциалния ерозионен риск и стойностите за C – фактор, е определена и обобщена информацията за действителния ерозионен риск на плоскостна водна ерозия на почвата за територията на НП „Централен Балкан”. Получена е цветна, анотирана карта с подробна легенда за класовете действителен ерозионен риск (Фиг. 2). Данните за получените средногодишни стойности на действителните почвени ерозионни загуби (Табл. 4, Фиг. 2), потвърждават казаното по-горе за високия противоерозионен ефект на растителността и значимото й влияние за намаляване на тези загуби.

Таблица 4. Разпределение на територията по класове на действителен ерозионен риск от плоскостна водна ерозия на почвата в НП „Централен Балкан”

Класове на действителен риск		Площ (ha)	Площ (%)
0	Некласифицирана територия	1779,9	2,5
1	Много слаб (<T*)	15037,6	20,9
2	Слаб (> T ≤ 3 t/ha y)	48605,2	67,7
3	Слаб до умерен (3 ≤ 5 t/ha y)	2792,1	3,9
4	Умерен (> 5 ≤ 10 t/ha y)	1306,5	1,8
5	Умерен до висок (> 10 ≤ 20 t/ha y)	402,7	0,6
6	Висок (> 20 ≤ 40 t/ha y)	1384,6	1,9
7	Много висок (> 40 t/ha y)	517,6	0,7
Всичко		**71826,3**	**100,0**

T* - Допустими почвено-ерозионни загуби (t/ha y).

От общата територия на парка 20,9% се характеризират много слаб действителен риск (≤ T*), 67,7% със слаб до умерен (> T ≤ 3 t/ha y) и само 0,7% с висок до много висок риск от плоскостна водна ерозия (> 40 t/ha y).

Изводи

От данни за състоянието на растителността в Плана за управление на НП „Централен балкан” и публикувани материали за противоерозионната ефективност на различни видове растителна покривка, за първи път в страната е представена методология за използването им при адаптиране на C - фактор на 12 групи растително покритие за естествени пасища, пустеещи земи и гори.

Определена и картографирана е противоерозионната ефективност на 12 основни групи растителна покривка – стойности на C - фактор на ниво горски подотдел.

Въз основа на получените подробни резултати е определен и картографиран действителния ерозионен риск от плоскостна водна ерозия на почвата на територията на НП „Централен балкан”. Данните могат да се представят по паркови участъци, водосборни басейни и административни единици. Представената методология и получени резултати се явяват основа за бъдещи изследвания при определяне на C - фактор и действителния ерозионен риск в планински територии. Това ще допълни националната база данни и създаде възможност за определяне и картографиране на C - фактор и действителния риск от плоскостна водна ерозия на почвата на територията на цялата страна.

Литература

Илиева, Д., И. Малинов. 2015. Оценка на факторите и потенциалния риск от плоскостна водна ерозия на почвата в национален парк „Централен Балкан", под печат.

Кючукова, М., П. Иванов, М. Събева. 1986. Климатичен справочник. Интензивни дъждове в НР България. Изд. БАН, София. 271 с.

Малинов, И. 1999а. Изследване на водната ерозия на почвата върху склон с изградени крайбрегови тревни и горски пояси. Дисертация за присъждане на образователна и научна степен „Доктор", ИП „Н. Пушкаров", София. 138 с.

Малинов, И. 1999б. Изчисляване на ерозионния индекс на отделни дъждове. Лесовъдска мисъл. София, год. 1/1999, (18), 80-87.

Малинов, И. 2003. Изчисляване на R – фактор на дъждовете по Wischmeier чрез ерозионния индекс на Ончев. Наука за Гората. София, год. XL, No 1, 83-91.

Малинов, И., С. Русева, А. Лазаров, В. Стефанова, Хр. Джоджов, В. Крумов, Е. Цветкова, Л. Лозанова, П. Димитров, В. Вътева, В. Димитров, И. Маринов. 2009. КАРТОГРАФИРАНЕ НА ФАКТОРИТЕ И РИСКА ОТ ЕРОЗИЯ НА ПОЧВАТА В БЪЛГАРИЯ. Научна сесия "ПОЧВЕНА КАРТОГРАФИЯ" 2009. Почвознание Агрохимия и Екология. София, год. XLIII, No 2, 30-41.

Ончев, Н. 1983. Прогнозиране на водната площна ерозия в България и оптимизиране на противоерозионните мероприятия. Земиздат, София, 204 с.

Русева, С. 2002. Информационна основа на географска база данни за площната водна ерозия. Хабилитационен труд за присъждане на научно звание „ст.н. с. I ст.". ИП „Н. Пушкаров", София. 198 с.

Русева, С., А. Лазаров, В. Стефанова, И. Малинов, Хр. Джоджов, Е. Цветкова, В. Крумов, Л. Лозанова, П. Димитров, В. Вътева. 2009. ГИС технологии за картографиране на податливостта към ерозиране и риска от ерозия на почвите. Научна сесия Почвена Картография. 2009. Почвознание Агрохимия и Екология. София, год. XLIII, No 2, 21-29.

Русева, С., Лозанова Л., Некова Д., Стефанова В., Джоджов Хр., Цветкова Е., Малинов И., Крумов В., Чехларова-Симеонова С. 2010 а. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част I Северна България. Ред. С. Русева. ISBN: 978-954-749-086-4. Изд. СайСет-Еко, София, 310 с.

Русева, С., Лозанова Л., Некова Д., Стефанова В., Джоджов Хр., Цветкова Е., Малинов И., Крумов В., Чехларова-Симеонова С. 2010 б. Риск от ерозия на почвата в Р България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част II Южна България. Ред. С. Русева. ISBN: 978-954-749-086-4. Изд. СайСет-Еко, София, 310 с.

Moore, I. D., A. Turner, J. Wilson, S. Jenson, L. Band. 1993. GIS and land-surface-subsurface modeling. In: M.F.R. Goodchild, B.O.Parks and L.T.Steyaert (Eds.). Enviroment Modeling with GIS: 196-230.

Richardson, C. W., G. R. Foster, D. A.Wright. 1983. Estimation of Erosion Index from Daily Rainfall Amount. Trans. ASAE, 26 (1), 153-156, 160. New Orleans, Louisiana.

Rousseva, S. 2002. Validation of models for estimating soil erosion factors and rates. Journal of Balkan Ecology, 5 (1) 87-93.

Wischmeier, W., and Smith, D., 1965. Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky mountains – guide for selection of practices for soil and water conservation. Agriculture Handbook No 282.

Wischmeier, W.H., Smith, D.D. 1978. Predicting Soil Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. USDA Agricultural Handbook No. 537, p. 58.

Wischmeier, W., C.B. Johnson, B. V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. Journal of soil and Water Conservation, 26: 189 – 193.

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗМЕРВАНЕ НА ЕРОЗИОННИ БРАЗДИ

Илия Малинов, Диляна Илиева, Милена Митова, Августа Степчич
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: iliamalinov@yahoo.com

COMPARATIVE ANALYSIS OF RESULTS OF RILLS MEASUREMENTS

Iliya Malinov, Dilyana Ilieva, Milena Mitova and Avgusta Stepchich
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Assessment of the gully erosion is based on determination of the precise volumes of the corresponding gully erosion forms. Calculation of the soil losses from erosion is associated with measuring certain characteristics of these forms. It can be realized by different methods of measurement, namely: direct, using maps and plans, photogrammetric and remote sensing. The direct methods, implementing procedure of direct measurement of gully characteristics are the most widely used for determining the amount of rills and small gullies. The main purpose of this report is to present the information obtained from direct measurements of rills caused by anthropogenic interference – traffic of vehicles outside the specified travel routes on the territory of National park "Central Balkan". The report presents results of 6 measurements on 2 rills carried out through 2 m distance, with an accuracy of 5 mm. The area of the cross sections is assessed by two methods: (i) from the data (width and depth) from direct measurements by micro-topographic profiler and (ii) through a folding meter section of the rill, while the cross section is considered as a triangle, rectangle and trapezoid. Analysis of the results of the two methods shows that regardless of the form, measurement with the meter results in uncertainty in determining the intersections area and the respective volume accumulation of the rill. The most accurate results for the volumes are obtained using the trapezoid shape approximation resulting to the lowest average relative error (7.72 %) when calculating the volume of erosion form.

Key words: rill erosion, assessment, methods, relative error

Увод

Опазването на почвата от най-разрушителния деградационен процес, какъвто е водната ерозия, е част от глобалния екологичен проблем за съхранение, възстановяване и устойчиво управление на околната среда. В своите две основни форми на проявление – плоскостна и линейна (ровинна), тя се явява сложен процес, свързан с редица фактори. Оценката на ерозионните процеси предполага познаване на зависимостите между основните фактори, които ги определят. Тази връзка и развитието на ровинообразуването е изучавано от много автори (Зъков, 1990, Зъков и Тепелиев, 1992; Лазаров и др., 1989; Тепелиев и др., 1986; Benediktsson et al., 1990; Graham, 1992; Poesen et al., 1998, 2002; Prosser, 1991 и др.).

Определянето на количеството ерозирана почва е от изключителна важност за оценката на ерозионните процеси. Това е свързано с определяне на морфологичните

характеристики на напречното сечение (дължина, ширина, площ), необходими за изчисляване обема на ерозионните форми. Измерванията на нарастването на браздите може да бъде осъществено чрез различни методи - преки теренни измервания, от карти, планове и дистанционни методи на измервания.

Директната оценка чрез преки теренни измервания е от съществено значение, тъй като тя се явява сравнително точен, лесно приложим и евтин метод в сравнение с другите. За определяне на обема на ерозионните форми чрез характеристиките на напречните сечения са използвани различни методи (Govers, 1991, Auzet et al., 1993, Casali et al., 1999, 2006; Bennett et al., 2000, Elliot et al., 1997; Nachtergaele et al., 2001a, De Santisteban et al., 2004). Основните форми на сечението, които обикновено се приемат са на триъгълник, трапец и на правоъгълник. У нас не са правени подобни сравнения за точността при използване на различни форми на сечение от директно измерване, както и вероятните грешки свързани с тях.

Цел на доклада е да представи и сравни информацията, получена по два метода на преки измервания на ерозионни бразди предизвикани от коловози на територията на Национален парк „Централен Балкан".

Материал и методи

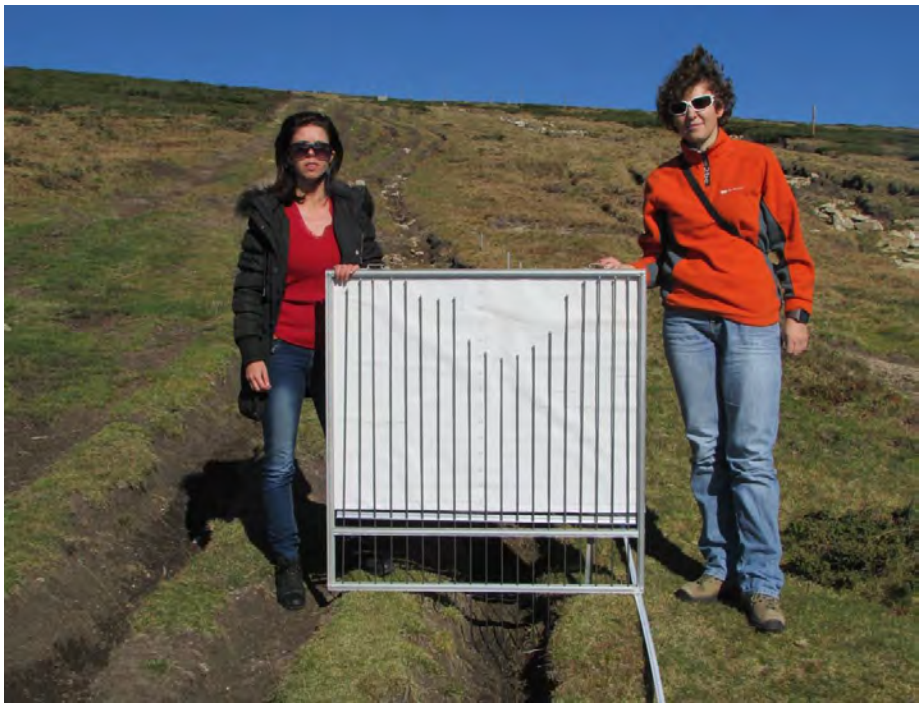
Обект на измерване са ерозионни бразди (Фиг. 1) върху склон с южно изложение и н.в. 1976 m в местността „Пирови ливади" - Национален парк „Централен Балкан".



Фиг. 1. Общ изглед на ерозионните бразди

Поради използването на преки пътища от моторни превозни средства около основния път за връх Ботев са се формирали множество коловози. След стичане на значителен повърхностен воден отток в тях, те са се продълбочават и оформят като ерозионни бразди, които в последствие бързо преминават в малки ровини. Изследваните ерозионни форми са част транспортен коловоз – с надлъжен наклон 22,7 % и дължина 22 m.

Измерването на морфологичните характеристики на напречното сечение на малки ровини и ерозионни бразди се осъществява с помощта на конструиран от нас уред по подобие на микро-топографски профилер (Casali et al., 1999, 2006 и De Santisteban, 2003). Уредът се състои от 19 игли/шишове, вертикално разположени на разстояние 50 mm и с дължина 1000 mm и милиметрова хартия за отчитане на разстояния с точност до 5 mm (фиг. 2). При пряко измерване - на терен, уредът се поставя на двата бряга на ерозионната бразда. Чрез заснемане позицията на отделните шишове в зависимост от формата на сечението се регистрират параметрите на напречното сечение. Осъществени са измервания на 11 сечения на разстояние едно от друго на 2 m, за всяка бразда поотделно. Измерванията с уреда характеризират най-точно формата на браздите, но работата с него отнема повече време.



Фиг. 2. Уред за измерване на малки ровини и ерозионни бразди

Другият метод за определяне на количеството ерозирана почва, който най-често се прилага в практиката представлява директно измерване на параметрите на сечението на ерозионната форма (ширина и дълбочина) с метър, като напречните сечения са приравнени до проста геометрична форма - на триъгълник, трапец или правоъгълник. Предимството на този метод е, че голям брой напречни сечения могат да бъдат измерени лесно и бързо.

Обемът на ерозираната почва по двата метода се изчислява за всеки сегмент на ерозионната форма чрез неговите напречни сечения и разстоянието между тях:

$$V = \sum_{i=1}^{n} Vi = \sum_{i=1}^{n} L * (S_{i=1} + S_{i+1}) + (S_{i=1} * S_{i+1})\text{^}0.5)/3 \quad (1)$$

където:

V – обем на измервания участък от ерозионната форма (m^3);

i до n – пореден номер на сегмента;

V_i – обем на сегмента i (m^3);

$S_{i=1}$ – площ на сечението на долната част на сегмента (m^2);

S_{i+1} – площ на сечението на горната част на сегмента (m^2);

L – дължина на сегмента (m).

С помощта на STATISTICA 10 е извършен анализ на грешките при определяне на обемите от измервания на морфометричните характеристики на при форми на сечения – триъгълник, трапец и правоъгълник. За определяне точността при измерване на определена форма на сечението са изчислени относителната и абсолютна грешка на обемите на всеки сегмент по дължината на ерозионните бразди, спрямо данните получени с микро-топографски уред, приет за най-точен метод:

$Er = (Vp_i - Vm_i)/Vm_i * 100$, където: (2)

Er – относителна грешка на измерването на обема за всеки сегмент, характеризираща приетата форма на напречното сечение, %;

Vp_i – обем на еродираната почва с микро - топографския уред за характеризиране на напречното сечение – i = 1 до 10;

Vm_i – обем на еродираната почва, изчислен за всяка приета форма на напречното сечение – i = 1 до 10.

Резултати и обсъждане

От извършените измервания се определи, че дълбочината на браздите варира от 0.04 m до 0.43 m, а ширината - 0.45 m до 1.00 m.

Таблица 1. Основни характеристики на ерозионните бразди

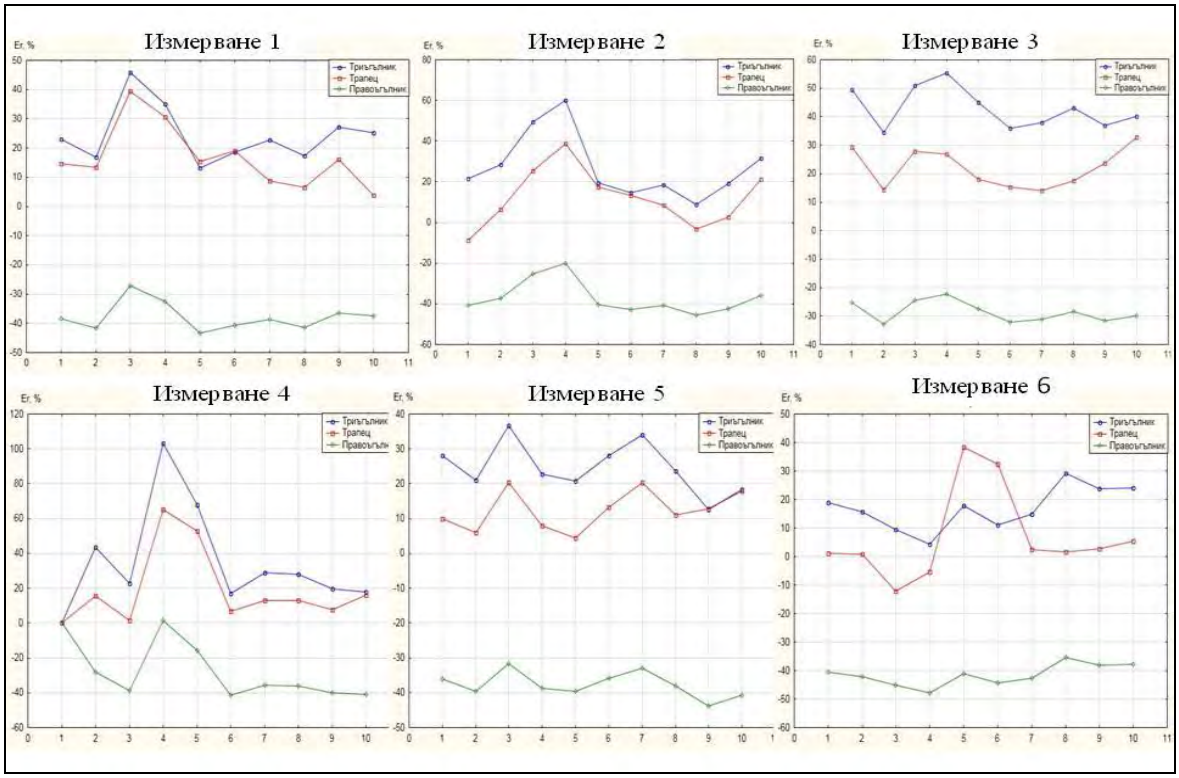
Пореден № на измерване	L (m)	WDR	$A_A(m^2)$	A_{CV}, %
1	22	5.085544	0.081	51.993
2	22	9.205052	0.064	54.438
3	22	4.527352	0.091	80.166
4	22	6.829122	0.068	58.309
5	22	3.251346	0.118	71.472
6	22	4.503893	0.099	41.211

L – дължина на измерваната бразда; WDR – средна стойност на отношението ширина към дълбочина на всяко напречно сечение; A_A – средна площ на напречното сечение; A_{CV} – коефициент на вариация за всяко измерване на браздата.

Основните характеристики на изследваните бразди са обобщени в Таблица 1. Когато отношението на ширината спрямо дълбочината на напречното сечение е по-малко, браздата е по-тясна, но дълбока (трето, пето и шесто измерване) и обратното, когато показателят WDR е по-голям – тя е плитка и широка (първо, второ и четвърто

измерване). Продълбочаването на браздите над 0.30 m, показва, че в определени участъци те са преминали във форма на малки ровини.

От получените по двата метода данни са изчислени площите на сеченията и обемите на отделните сегменти и бразди за всяко от шестте измервания. Получените резултати за относителната (Er) грешка на обемите на сегментите, спрямо обемите изчислени от измерванията с микро-топографския уред са представени на Фиг. 3.



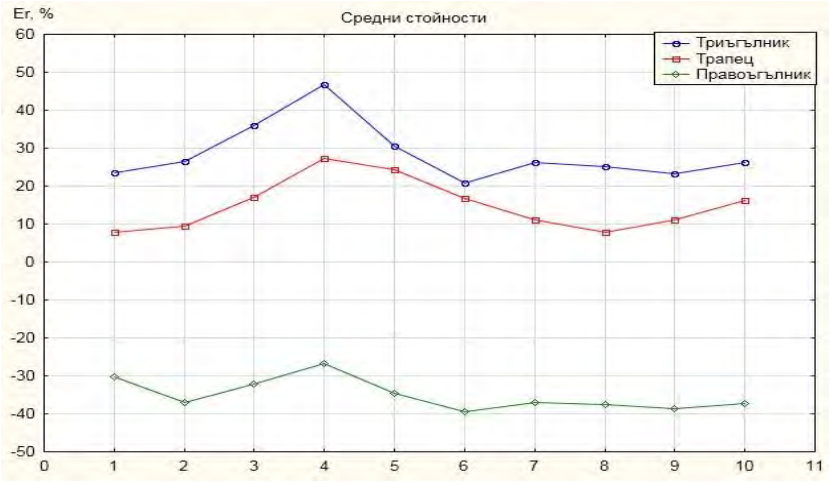
Фиг. 3. Относителна грешка (Er) на измерване на обема за всеки сегмент по приетата форма на сечението - триъгълник, трапец и правоъгълник

Относителната грешка (Er) показва размера и посоката на отклонение на резултатите от измерването по втория метод спрямо тези получени с уреда. Стойностите на (Er) за всяка форма на сечение при шестте измервания са в границите съответно: за триъгълник - от 4.28 % до 103.3 %; за трапец - от -12.27 % до 65.07 %, за правоъгълник - от -47.86% до 1.68 %. Отрицателните стойности на (Er) за правоъгълната форма на сечението показват тенденция на значително превишаване на получените обеми спрямо тези изчислени с данни от уреда, докато при другите две форми е обратно – тенденцията е на занижаване на стойностите.

Резултатите от статистическия анализ показват, че минимална относителна грешка на обемите на отделните сегменти от шестте измервания се получава при трапецовидната форма на сечението при шесто измерване на втори сегмент - (0.72%), където обемът се доближава в най-голяма степен до измерения с уреда.

На фиг. 4 са представени данните за средните стойности на относителните грешки (Er) от шестте измервания на обемите за всеки сегмент по трите приети форми на сечение. Данните показват, че най-малка средна стойност на (Er) се получава при

форма на сечението трапец (7.72 %), а най-голяма (46.76 %) за триъгълна форма на напречното сечение.



Фиг. 4. Средна стойност на относителните грешки (Er)

Заключение

Получените резултати от измерване на сеченията с метър, като триъгълник и правоъгълник се осъществяват най-бързо на терена, но водят до значими грешки, които се натрупват в определяне на обемите на браздите. Най-висока средна стойност на относителната грешка от тях се получава при триъгълна форма на сечението.

От трите избрани за сравнение форми, най-точни резултати за обемите се получават за формата на трапец. Тя се определя като най-подходяща, тъй като натоварва измерванията с най-малка средна стойност на относителната грешка (7.72%) при изчисляване на обема на ерозионната форма.

Литература

Зъков, Д., Ю. Тепелиев, И. Малинов, В. Стефанова. (1990). Дистанционно изследване на ерозията. Сп. Горско стопанство, кн. 7, с. 23-25.

Зъков, Д., Ю. Тепелиев. (1992). Дешифриране на степените на ерозия по аерофотоснимки. Сп. Гора, бр. 1.

Лазаров А., Н. Ончев, В. Стефанова. (1989). Изследване върху динамиката на изменение на параметрите на линейната ерозия. Сп. "Геодезия, картография и земеустройство", кн. 4, с. 32-36.

Тепелиев, Ю., Л. Колева, А. Лазаров, В. Стефанова. (1986). Изследване на водната ерозия на почвата чрез фотограметрично определяни обекти. Сп. "Геодезия, картография и земеустройство", кн. 6, с. 19-21.

Auzet A.V., J. Boiffin, F. Papy, B. Ludwig, J. Maucorps. (1993). Rill erosion as a function of the characteristics of cultivated catchments in the North of France. Catena, 20 (1993), pp. 41–62.

Benediktsson, J.A., Swain, P.H. and Ersoy, O.K. (1990). Neural network approaches versus statistical methods in classification of multisource remote sensing data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 28(4): 540-552.

Bennett S.J., J. Casalí, K.M. Robinson, K.C. Kadavy. (2000). Characteristics of actively eroding ephemeral gullies in an experimental channel. Trans. ASAE, 43 (3) (2000), pp. 641–649.

Casalí J., J. López, J.V. Giráldez. (1999). Ephemeral gully erosion in Southern Navarra (Spain). Catena, 36 (1999), pp. 65–84.

Casalı´, J., Loizu, J., Campo, M.A., De Santisteban, L.M., A´ lvarez-Mozos, J. (2006). Accuracy of methods for field assessment of rill and ephemeral gully erosion. Catena 67, 128–138.

De Santisteban L.M., J. Casalí, J.J. López. (2004). Evaluation of rill and ephemeral gully erosion in cultivated areas of Navarre (Spain). Final Proceedings 3rd Int. Symposium on Gully Erosion, Oxford (Mississippi), USA.

Elliot W.J., J.M. Laflen, A.W. Thomas, K.D. Kohl. (1997). Photogrammetric and rillmeter techniques for hydraulic measurement in soil erosion studies. Trans. ASAE, 40 (1) (1997), pp. 157–165.

Graham, O.P. (1992). Survey of land degradation in New South Wales, Australia. Environmental Management 16(2): 205-223.

Nachtergaele J., J. Poesen, A. Steegen, I. Takken, L. Beuselinck, L. Vandekerckove, G. Govers. (2001a). The value of a physically based model versus an empirical approach in the prediction of ephemeral gully erosion for loess-derived soils. Geomorphology, 1007, pp. 1–16.

Poesen J., Wijdenes D., Figueiredo T. (1998). Topographical thresholds for ephemeral gully initiation in intensively cultivated areas of the Mediterranean. Catena 33. 271-292.

Poesen J., Nachtergaele, Verstraeten, Valentin C. (2002). Gully erosion and environmental change: importance and research needs. Catena 50, 91-133.

Prosser, I.P. (1991). A comparison of past and present episodes of gully erosion at Wangrah Creek, Southern Tablelands, New South Wales. Australian Geographical Studies 29(1): 139-154.

Благодарности

Конструирането и изработката на микротопографския уред за измерване на ерозионни бразди и малки ровини е осъществено с помощта на проф. Георги Костадинов, ръководител Направление „Механизация и хидромелиорации" при ИПАЗР „Н. Пушкаров".

ЗДРАВНО-ЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА НА УТАЙКИТЕ ОТ ПСОВ БЛАГОЕВГРАД И РАЗЛОГ И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕТО ИМ В ПРАКТИКАТА

Светла Маринова*, Росица Димитрова, Виктор Колчаков*, Елена Златарева***
**ИПАЗР „Н. Пушкаров", **ВиК – Благоевград*

HEALTH ENVIRONMENTAL ASSESSMENT SEWAGE SLUDGE BLAGOEVGRAD AND RAZLOG AND FEASIBILITY IN PRACTICE

Svetla Marinova*, Rosica Dimitrova, Viktor Kolchakov*, Elena Zlatareva***
**N. Poushkarov ISSAPP, Sofia, **V&K – Blagoevgrad*

Abstract

Subject of the present exhibition sludge. To address the lack of organic sources in our country and an imbalance of organic matter, sludges are organic reserve. An environmental health assessment of sewage sludge Blagoevgrad and Razlog. It includes characterization and assessment of the sludge in agrochemical, chemical and microbiological parameters, as required by law. It was found that the tested sludges are biomass, rich in nutritive macro- and micronutrients. Values of heavy metals and organic pollutants are below the limit concentrations and no problem using sludge in practice. Sludge not ansvered on legislation of microbiological parameters. Should be looking for effective and economic well-priced ways of decontamination and sludge stabilization before their utilization.

Key words: sludge, decontamination, characterization

Увод

Във връзка с нарушения баланс на органично вещество в българските почви и недостига на органични източници в нашата страна се налага да се търсят резерви. Утайките, получени при биологичното пречистване на отпадъчни води представляват органичен резерв. Те са биомаса, богата на хранителни мактро и микроелементи и трябва да се търсят възможности за тяхната реализация, вместо да се трупат в района на станциите, да затрудняват тяхното функциониране и да замърсяват природната среда (Маринова, 2008).

Изходен момент за определяне на възможностите за реализиране на утайките в практиката е установяване на тяхната агрохимична, химична и микробиологична характеристика (Маринова, 2002**).** Получените утайки представляват 0,5-1,5% от количеството на пречистените отпадъчни води и може да достигнат до 10% при някои производства.

Понастоящем са изградени повече от 80 градски пречиствателни станции за отпадъчни води /ГПСОВ/, от които се получават големи количества утайки. Функционират множество пречиствателни станции на промишлените свинеферми. Оползотворяването на утайките е свързано със съблюдаване на определени изисквания, като наличие на тежки метали, органични замърсители, санитарно-показателни микроорганизми, които при високи концентрации могат да предизвикат вредно влияние върху почвата, подпочвените води, растенията и животните (Marinova, 2001).

Целта на изследването е, да се направи Здравно - екологична оценка на обезводнени утайки от ПСОВ Благоевград и Разлог, като се изследват утайките за агрохимични, химични, санитарно -микробиологични показатели и съдържание на органични замърсители.

Материал и методи

Изследванията на посочените утайки са извършени съгласно изискванията на ЕС и Наредбата за използване на утайки в земеделието от 14. 12. 2004г. В нея подробно са посочени показателите, които трябва да се следят, свързани с химичната, агрохимична и микробиологична характеристика на утайките и съдържание на органични замърсители. Представени са и пределно допустими концентрации /ПДК/ за тежки метали, органични замърсители и микроорганизми, с които трябва да се сравняват получените резултати. Проведените изследвания на утайките са извършени в акредитирани лаборатории, като в таблиците са дадени използваните методи за анализ.

Резултати и обсъждане

1. Съществуваща ситуация

Пречиствателната станция за отпадъчни води в Благоевград е започнала да функционира през 2009. Годишното количество отделена утайка е 3500т/год. По настоящем утайката се уплътнява с последващо анаеробно стабилизиране в открити изгниватели, след това отива в лентови филтър -преси и в изсушителни полета.

Пречиствателната станция за отпадъчни води в Разлог е открита през 2007г. Станцията е с капацитет 19000 еквивалент жители или средно денонощно водното количество отпадъчни води е 6000кубм/час.

Технологичната схема на пречистване на отпадъчните води и съоръжения в двете пречиствателни станции е класическа и включва: механична решетка, пясъкодържател, първични утаители, биобасейни, вторични утаители с разпределителна шахта, открити изгниватели и изсушителни полета. По настоящем получените утайки не се третират с коагуланти или с флокуланти.

2. Характеристика на утайката

Агрохимичен и химичен състав

Утайките в пречиствателните станции преминават през различни етапи на третиране, с което се цели стабилизиране на органичната маса, редуциране на обема им, подобряване на санитарно -епидемиологичния им състав и отстраняване от района на пречиствателната станция. Цялостното третиране на утайките е един комплексен процес, който включва операциите от получаване на утайките до тяхното окончателно отстраняване и оползотворяване.

Утайките по своята характеристика силно варират. Варирането на различните показатели е в доста широки граници и зависи от много фактори. Най-голямо влияние оказва характеристиката на отпадъчните води на вход, химичните и биологични условия, при които протичат процесите на пречистването и др.

Резултатите от химичната и агрохимична характеристика на изследваните утайки са посочени в таблица 1. От данните се вижда, че измерените стойности за

сухото вещество са съответно 39% за утайките от Благоевград и 44% за тези от Разлог. Утайките могат да се превозват и разпръскват с мобилни средства като оборския тор.

Таблица 1. Химична и агрохимична характеристика на утайки от ПСОВ Благоевград и Разлог

Показатели	**Стандарти /валидирани методи**	**Утайки от Благоевград**	**Утайки от Разлог**
pH /H_2O/	БДС EN12176	6,2	6,35
Сухо в-во %	БД EN 14346	39,35	44,19
Органичен въглерод %	БДС EN13137	21,38	16,45
Общи кол-а на база сухо в-о, %: N	БДС ISO 13342	4,32	2,34
P	EPA 6010C	0,82	1,25
K	EPA 6010C	0,26	0,21
Ca	EPA 6010C	0,86	2,77
Mg	EPA 6010C	0,39	0,75
Водоразтв. кол-а на база сухо в-о			
N-NH_4 mg/kg	БДС 3587	1225	38,70
N-NO_3 mg/kg	БДС EN ISO 10304-1	367,8	2675
$P_{\%}$	EPA 6010C	0,059	0,025
$K_{\%}$	EPA 6010C	0,046	0,014
Сяра /водор. като SO_4 mg/kg/	БДС EN ISO 10304-1	2115	201,6

Голямо значение за използване на утайките в селското стопанство има азотното съдържание. Ефективността на азота зависи до голяма степен от неговото разпределение в органична и неорганична форма. Установено е, че съдържанието на амонячен азот е по-високо при утайки, който имат по-ниско съдържание на абсолютно сухо вещество. С увеличаване количеството на сухото вещество, амонячният азот намалява. Това се обяснява със загуби на амонячен азот през периода на съхранение на утайката и разхвърляне по полето. За да се използва органичният азот от утайката, той трябва да премине в амонячна форма, която по-нататък се нитрифицира до нитрати. Това зависи в най-голяма степен от характеристиката на утайката. Минерализацията на органичното вещество се извършва по-бързо при аеробни условия.

От анализите, който направихме /табл. 1/ се установи, че съдържанието на общ азот в утайките от Благоевград е 4,32% /на база сухо вещество/, на амонячния азот – 1225 mg/kg, а на нитратния 367 mg/kg и съответно 2,34%, 38,79 mg/kg и 2675 mg/kg за утайките от Разлог. Това подсказва за развитие на нитрификационен процес, който не е завършил. Съдържанието на общ азот е достатъчно да задоволи нуждите на растенията от азот. Има се предвид не само общото азотно съдържание, но и количеството на амонячен азот, който се намира в утайките и може да се загуби през периода на съхранение и разпръскване. За да се ограничат азотните загуби, е целесъобразно веднага след разхвърлянето на утайките да се проведе заораване, дискуване или

култивиране, за да може внесеният азот да влезе в контакт с почвения поглъщателен комплекс, при което загубите намаляват до минимум.

При биологичното пречистване на отпадъчни води, утайките се обогатяват с фосфор. Той играе важна роля за развитието на растенията. От тази гледна точка, утайките имат голямо значение за регулиране на хранителния режим на растенията. Изследванията върху този показател отчитат стойност за общ P - 0,82% за утайките от Благоевград и 1,25% за утайките от Разлог. Съдържанието на калий е ниско. Това ниско съдържание на калий се дължи на повишената разтворимост на калиевите соли, които през време на формиране на утайката остават в течната фракция.

Съдържанието на калций и магнезий оказват различно влияние върху свойствата на почвата. Калцият влияе върху растенията и структурата на почвата, води до изменение в реакцията на средата и до динамика в усвояването на различните елементи. Магнезият също оказва влияние върху растенията със своята физиологична роля. Катионите на този елемент се усвояват лесно от растенията.

При използването на утайката в земеделската практика, трябва да се има предвид наличието на тежки метали, чието съдържание над пределно допустимите концентрации се явява ограничаващ фактор за оптималната торова норма на утайката (Касатиков, 1991). Данните за съдържанието на тежки метали в изследваните утайки от ПСОВ Благоевград и Разлог са посочени в таблица 2. Те са сравнени с ПДК на тежки метали, посочени в Наредбата за използуване на утайки в земеделието и с Европейските норми. Установи се, че отчетените стойности са под ПДК и не съществува ограничение за използване на тези утайки в практиката.

Таблица 2. Съдържание на тежки метали в утайките

Тежки метали mg/kg сухо вещество	**Методи**	**Утайки от Благоевград**	**Утайки от Разлог**	**ПДК** Бълг. Норми	**ПДК** Европ. Норми
As	EPA 6010C	15,5	11,7	25	-
Cd	EPA 6010C	0,6	1,8	30	20-40
Cr	EPA 6010C	35,2	49,8	500	-
Ni	EPA 6010C	24,4	28,2	350	300-400
Cu	EPA 6010C	185,6	154,6	1600	1000-1750
Zn	EPA 6010C	613,4	943,2	3000	2500-4000
Pb	EPA 6010C	27,6	61,2	800	750-1200
Hg	EPA 6010C	<1,0	<1,0	16	16-25

Съдържание на устойчиви органични замърсители

Изискванията на Наредбата за използуване на утайки от ПСОВ в практиката поставя като задължително условие изследването им за съдържание на устойчиви органични замърсители, каквито са полицикличните ароматни въглеводороди /ПАВ/ и полихлорирани бифенили /ПХБ/ (Маринова, 2001). Резултатите от изследването на утайките от ПСОВ Благоевград и Разлог установяват, че стойностите на полицикличните ароматни въглеводороди /ПАВ/ и полихлорираните бифенили /ПХБ/

са под ПДК**,** сравнени с посочените ПДК в Наредбата и не ограничават използуване на утайките в земеделието.

Микробиологична характеристика

Резултатите от микробиологичните изследвания на двете утайки са представени на табл. 3. От данните се вижда, че патогенни чревни бактерии от р. Салмонела не се изолират. Независимо, че всички представители на колиформите са свързани почти с фекално замърсяване, съотношението между отделните видове и родове, включени в тази група при определени условия значително варира. При прясно фекално замърсяване се установяват е. коли. С напредване на самоочистването обаче, микробното съотношение се измества към други представители на колиформите – родовете ентеробактер, цитробактер и клостридия. Наличието на сулфитредуциращи анаербни клостридии при липса на колиформи е показател на старо фекално замърсяване. Така всеки от използваните санитарно -микробиологични показатели отразява определен момент, свързан със замърсяването и самоочистването. В изследваните утайки не са установени Е. коли и Салмонела. Не се откриват жизнеспособни хематодни яйца /табл. 3/. Стойностите на кл. перфрингенс са над ПДК, и представляват проблем при реализиране на утайките в практиката.

Таблица 3. Микробиологични изследвания на утайки от ПСОВ Благоевград и Разлог

Показатели	**Единица мярка**	**Утайки от Благоевград**	**Утайки от Разлог**	**Изисквания**
Патогенни чревни бактерии - Salmonella sp.	Присъствие/ отсъствие в 20 g	Отсъствие	Отсъствие	Не се допуска в 20 g
Колиформи	Титър в 1 g	в 0,00001 g	в 0,0001 g	-
Escherihia coli титър	Титър в 1 g	Над 1 g	Над 1	Над 1 g
Ентерококи	Титър в 1 g	в 0,01 g	Над 1	-
Clostridium perfringens	Титър в 1 g	в 0,0001 g	в 0,0001	Над 1 g
Жизнеспособни яйца на хелминти и протозои	1 на1 kg /сухо в-во/	Не се откриват яйца на хелминти и протозои	Не се откриват яйца на хелминти и протозои	1 на1 kg сухо в-во

Заключение

Изследваните утайки от ПСОВ Благоевград и Разлог: Отговарят на изискванията на Наредбата за използуване на утайки в земеделието и на Европейските норми по съдържание на тежки метали **-** измерените стойности са под ПДК, Отговарят на изискванията за съдържание на органични замърсители -стойностите на ПАВ и ПХБ са под ПДК. Не отговарят на изискванията за съдържание на микробиологични показатели. Утайките не съдържат яйца на хелминти и жизнеспособни нематодни яйца. Трябва да се търсят начини за най-ефективно и икономически изгодно третиране на утайките за тяхното обеззаразяване и обезмирисяване, преди оползотворяване.

Литература

Касатиков, В. А. 1991. Критерии загрязености почвы и растении микроелементами и тяжелыми металлами при исползование в качестве удобрение осадков гор. ст. вод. Агрохимия, 11, 46-52

Маринова, С. 2008. Утайки от ПСОВ и правила за тяхното оползотворяване, Изд. ″Публиш Сай Сет- Еко″, София, 123 стр.

Маринова, С. 2002. Агроекологична оценка на утайките от ПСОВ и основни подходи при използването им в земеделието, хаб. труд за получаване на званието Професор

Маринова, С. 2001. Съдържание на органични замърсители в утайки от ПСОВ. Почвознание, агрохимия и екология, 1-3, 74-75.

Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието, приета с ПМС № 339 от 2004 г. (обн., ДВ, бр. 29 от 08.04.2011 г., изм. ДВ, бр.29 от 08.04.2011 г.

Marinova, S. 2001. The sludge from wastewater treatment station condition and possibility for utilization. Thirt Black Int. Conf. Environment protection technologies for coastal areas, Varna, p.492-494

ОПТИМИЗИРАНЕ НА ПРОТИВОЕРОЗИОННИ МЕРКИ И МЕТОДИ ЗА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА КРУШАРИ ОБЛАСТ ДОБРИЧ

Милена Митова, Светла Русева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

OPTIMISATION OF SOIL EROSION CONTROL MEASURES AND METHODS FOR THE TERRITORY OF KRUSHARI COMMUNITY, DOBRICH DISTRICT

Milena Mitova, Svetla Rousseva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Over 60 % of the arable land in Bulgaria is under erosion risk of different degree. Erosion control planning is needed to reduce the soil loss from erosion from the arable land. The aim of the report is to optimize erosion control measures for a pilot territory in order to reduce the soil loss from water erosion to tolerable limits. Simulation study of the impact of contour cropping and crop rotations on soil erosion risk was carried out using a geographic information system at a scale 1:10 000. Soil erosion factors and risk were assessed for the main field crops (wheat, maize, sunflower and lucerne) grown on the territory of Krushary community, Dobrich district.

Conclusions are drown in terms of reduction of the area whit actual erosion risk exceeding the soil loss tolerance when applying contour cropping and crop rotations.

Key words: erosion control measures, contour cropping, crop rotation.

Увод

Противоерозионните мерки се осъществяват чрез различни обработки, методи и технологии, създаващи условия за увеличаване на водопропускливостта на почвата по пътя на ускоряване на водопроницаемостта или чрез удължаване на времето на попиване. Факторите, които оказват съществено влияние върху избора на една или друга основна или допълнителна противоерозионна мярка (практика) са: многообразието на почвите, степента на ерозираност, величината на наклоните, дълбочината на почвения профил и неговата диференциация, мощността на хумусния хоризонт, земеделската култура, на която се извършва обработката и др. Правилното прилагане на една или комплекс от противоерозионни мерки би довело до по-малко количество ерозирана почва за година, което от своя страна ще забави процеса на отнасяне на почвата и разрушаване на най-ценния повърхностен хоризонт.

Базирайки се на прогнозните оценки на потенциалния и действителен риск от плоскостна водна ерозия, които са изчислени чрез Универсалното уравнение за почвени загуби (Universal Soil Loss Equation – USLE) се установи (Митова и Русева, 2015а), че е необходимо прилагане на противоерозионни практики. В методологията на USLE индексът за почвозащитно действие на приложените почвозащитни мерки (P) се дефинира, като частно на почвените загуби от площ с мероприятие и тези при същите останали условия, но без мероприятие.

Целта на разработката е оптимизиране на основни противоерозионни мерки и методи за намаляване на прогнозните количества ерозирана почва до допустими граници в отделните физически блокове за нуждите на даден земеплозвател.

Материал и методи

С използване на възможностите на географска информационна система в мащаб 1:10 000 за оценка на факторите и риска от плоскостна водна ерозия на почвата на територията на пилотен обект – община Крушари, област Добрич, е извършено симулационно изследване на влиянието на контурна обработка и сеитбообороти върху прогнозните почвени загуби от ерозия. Изследването е осъществено при монокултурно отглеждане на основните полски култури (пшеница, царевица и слънчоглед) и при включването им в сеитбооборотни двойки, триполни и четириполни сеитбообороти. Стойностите на фактора за почвозащитно влияние на растителността (C-фактор) са определени от Митова и Русева (2015б). За дадена противоерозионна мярка се създава поле в атрибутната таблица, като стойностите на P фактор се нанасят според наклона и начина на трайно ползване (Табл. 1).

Таблица 1. Стойности на фактора за противоерозионна ефективност (P-фактор) на контурна обработка

Наклон на склона, %	2-8	9-12	13-16	17-20
P-фактор	0.5	0.6	0.7	0.8

За целите на оптимизирането на противоерозионните практики за опазване на почвите, разпространени на територията на община Крушари, са адаптирани (Табл.2) стойностите за допустимите количества ерозирана почва (T, t / ha y), дефинирани в почвената карта на България, M 1 : 400 000 (Биолчев и др., 1977; Ончев, 1983; Русева, 2002).

Таблица 2. Допустими почвени загуби (ерозионен толеранс, T) за отделните почвени различия за условия на обработваеми и необработваеми земи

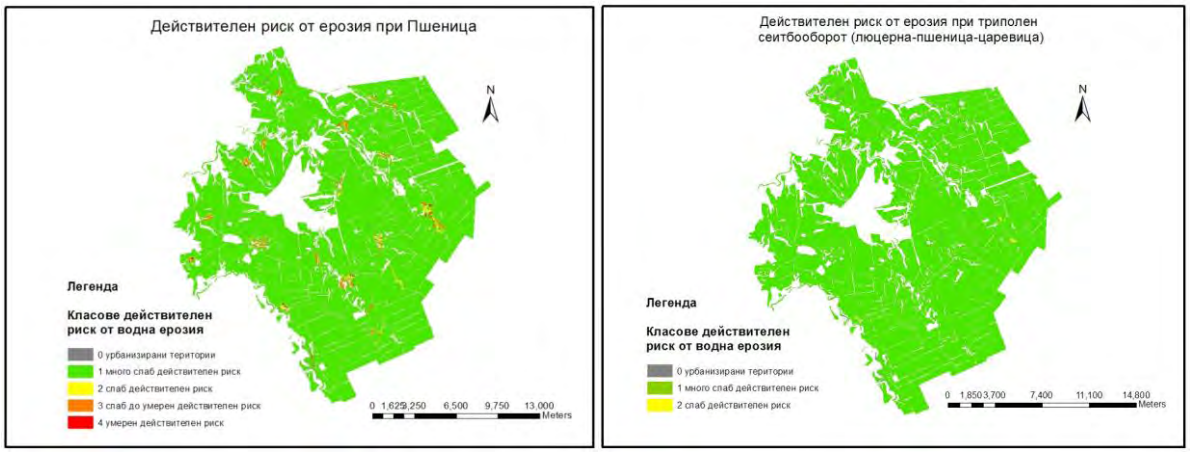
Почвен тип	T, t/ ha y	
	Обработваеми земи	Необработваеми земи
Черноземи - излужени	3.5	1.8
Черноземи - оподзолени	2.7	1.4
Черноземи - карбонатни	3.1	1.6
Черноземи	3.2	1.6
Черноземи - типични	3.2	1.6
Делувиално ливадни	3	1.5
Алувиално (делувиални) ливадни	3	1.5
Антропогенни почви	3.1	1.6
Алувиално делувиални	3	1.5
Тъмносиви почви	3.1	1.6

Въз основа на така определените допустими стойности на ерозионните почвени загуби се изчисляват и стойностите на влиянието на съответните противоерозионни практики. Те се определят по формула на Wischmeier W.H., D.D. Smith (1978):

P= T/RKLSC

Резултати и обсъждане

Според резултатите от извършената оценка на действителния риск от ерозия при монокултурно отглеждане на пшеница, действителният риск от ерозия на около 98 % от общата площ на общината е много слаб (< T) – Табл. 3, Фиг. 1(а). Останалите, по-малко от 2 %, са разпределени между слаб до умерен (0.94 %), слаб (0.50 %) умерен действителен риск от ерозия (0.14%).



(а) **(б)**

Фиг. 1. Карта на разпределението на територията на общ. Крушари по класове на действителен риск от водна ерозия при пшеница без противоерозионни мероприятия (а) и след прилагане на триполен сеитбооборот (б)

За намаляване количеството на прогнозните годишни почвени загуби от ерозия до допустимите е приложена контурна обработка, с което действителният риск на 99.05 % от територията е сведен в границите на допустимите годишни почвени загуби от ерозия - < T (Табл. 3).

Таблица 3. Разпреледеление на територията по класове действителен риск от водна ерозия при монокултурно отглеждане на пшеница без и с прилагане на контурна обработка

Действителен риск, t/ ha y	Без противоерозионна практика		Контурна обработка	
	Площ, дка	Площ, %	Площ, дка	Площ, %
0	521.079	0.161	521.079	0.161
<T	317863.551	98.264	320408.482	99.051
T-3	1601.922	0.495	1608.983	0.497
3-5	3038.558	0.939	838.569	0.259
5-10	454.279	0.140	102.276	0.032

Оценката за действителния риск от ерозия, когато цялата територия на общината е заета от окопната култура царевица, показва (Табл. 4), че на около 93 % от нея се наблюдава много слаб действителен риск от ерозия. Около 6 % се падат на земи със слаб до умерен действителен риск (от 3 до 5 t/ ha y). 1.14 % са земи със слаб действителен риск и земите с годишни загуби от ерозия между 5 и 10 t/ ha y заемат около 0.14 % от територията. След прилагането на контурна обработка на 99.84% от територията, действителният риск от ерозия приема стойности по-малки от допустимите годишни загуби от ерозия.

Таблица 4. Разпределение на територията по класове на действителен риск от водна ерозия при монокултурно отглеждане на царевица без и с прилагане на контурна обработка

Действителен риск, t/ ha y	Без противоерозионна практика		Контурна обработка	
	Площ, дка	Площ, %	Площ, дка	Площ, %
0	521.079	0.161	521.079	0.161
<T	300349.306	92.850	320408.482	99.051
T-3	3696.375	1.143	1608.983	0.497
3-5	18458.351	5.706	838.569	0.259
5-10	454.279	0.140	102.276	0.032

Резултатите от оценката на действителния риск от ерозия, когато цялата площ на общината е заета от слънчоглед показват (Табл. 5), че земите с много слаб действителен риск от ерозия заемат около 97.2 % от цялата територия на обследвания обект без да бъде прилагана противоерозионна практика. С 1.56 % участват земите със слаб действителен риск, следвани от земи със слаб до умерен (0.94%) и умерен действителен риск от ерозия (0.14%). След прилагане на контурна обработка 97.91 % от цялата територията попадат в рамките на допустимите почвени загуби то ерозия (много слаб действителен риск), което изпълнява условието годишните загуби да не надвишават толеранса (Табл. 5).

Таблица 5. Разпределение на територията по класове действителен риск от водна ерозия при монокултурно отглеждане на слънчоглед без и с прилагане на контурна обработка

Действителен риск, t/ ha y	Без противоерозионна практика		Контурна обработка	
	Площ, дка	Площ, %	Площ, дка	Площ, %
0	521.079	0.161	521.078592	0.161
<T	314407.958	97.196	316708.1786	97.907
T-3	5057.515	1.563	5309.286174	1.641
3-5	3038.558	0.939	838.568904	0.259
5-10	454.279	0.140	102.276354	0.032

Резултатите от оценката на действителния риск от плоскостна водна ерозия при сеитбооборотната двойка пшеница – царевица показват (Табл. 6), че 97 % от площта на цялата територия е заета от земи с много слаб действителен риск от ерозия. Останалите 3 % от територията са разпределени между слаб действителен риск (T-3 t/ ha y), слаб

до умерен действителен риск (3-5 t/ ha y) и умерен действителен риск от водна ерозия (5-10 t/ ha y). След прилагането на контурна обработка териториите с много слаб действителен риск нарастват на 97.71 % от общата площ на пилотния обект. Делът на земите със слаб действителен риск участва с 1.94 % от площта на цялата територия, с 0.32 % участват земите със слаб до умерен и с 0.03 % участват земите с умерен действителен риск от водна ерозия. Данните от оценката на действителния риск от ерозия при триполен сеитбооборот (люцерна – пшеница – слънчоглед) сочат, че 98.28 % от общата площ на територията са заети от земи с много слаб действителен риск от водна ерозия (Табл. 6).

Таблица 6. Процентно разпределение по класове действителен риск от водна ерозия при двуполен, триполен и четириполен сеитбообороти без и с прилагане на контурна обработка

Сеитбооборот	Риск, t/ ha y	Без противоерозионна практика		Контурна обработка	
		Площ, дка	Площ, %	Площ, дка	Площ, %
Сеитбооборотна двойка пшеница-царевица	0	521.078592	0.16	521.078592	0.16
	<T	313755.3141	96.99	316074.2783	97.71
	T-3	5475.703013	1.69	6289.201219	1.944
	3-5	3313.938788	1.02	1028.226927	0.318
	5-10	413.354122	0.13	87.682143	0.027
Триполен сеитбооборот люцерна - пшеница - слънчоглед	0	521.078592	0.16	521.078592	0.16
	<T	317915.55	98.28	320134.5168	98.97
	T-3	1951.185622	0.60	2056.767427	0.636
	3-5	2678.22022	0.83	679.343625	0.210
	5-10	413.354122	0.13	87.682143	0.027
Четириполен сеитбооборот люцерна - царевица - пшеница - слънчоглед	0	521.078592	0.161	521.078592	0.161
	<T	317485.9192	98.147	320002.2377	98.925
	T-3	2380.816453	0.736	2189.04655	0.677
	3-5	2678.22022	0.828	679.343625	0.210
	5-10	413.354122	0.128	87.682143	0.027
Четириполен сеитбооборот пшеница-царевица-пшеница-слънчоглед	0	521.079	0.161	521.079	0.161
	<T	314393.381	97.191	316710.143	97.907
	T-3	5072.092	1.568	5307.322	1.641
	3-5	3038.558	0.939	838.569	0.259
	5-10	454.279	0.140	102.276	0.032

След използването на контурна обработка, процентното участие на земите с много слаб действителен риск нараства на 98.97 % (Фиг. 1б). От оценката на действителния риск от водна ерозия за първия четириполен сеитбооборот (люцерна – царевица – пшеница слънчоглед) се вижда (Табл. 6), че на 98.15 % от общата площ на пилотния обект са заети от земи с много слаб действителен риск от плоскостна водна ерозия. Останалите земи (2.17 %) отново са разпределени между слаб, слаб до умерен и умерен действителен риск. С прилагането на контурна обработка участието на земите с

много слаб действителен риск се увеличава на 98.93 %. Резултатите от оценката на действителния риск от водна ерозия при втория четириполен сеитбооборот (пшеница-царевица-пшеница-слънчоглед) показват, че на около 97 % от територията на общината е заета от земи с много слаб действителен риск (Табл.6). Следващият по големина на процентно участие е втори клас (слаб действителен риск) с 1.57 %, с 0.94 % участват земите със слаб до умерен и с 0.14 % дял заемат земите с умерен действителен риск от водна ерозия. След прилагането на контурна обработка процентното участие на земите от първи клас (много слаб действителен риск) се увеличава на 97.91 %, следвано от земи със слаб действителен риск – 1.64 %, земи със слаб до умерен (0.26 %) и земи с умерен действителен риск от водна ерозия – 0.03 %.

Изводи

Въз основа на резултатите от оптимизиране на действителните ерозионни почвени загуби от плоскостна водна ерозия на почвата на пилотен обект – община Крушари се формулират следните основни изводи.

Ефективността от прилагането на контурна обработка при изследваните култури се изразява в намаление на дела на земите с ерозионен риск над допустимите почвени загуби от 27 % до 88 % - с 230 ха при слънчоглед, 254 ха при пшеница и 2006 ха при царевица.

След прилагане на контурна обработка при сеитбооборотната двойка пшеница-царевица делът на земите с ерозионен риск над ерозионния толеранс намалява с 18 % (от 947 на 810 ха); при триполен сеитбооборот люцерна-пшеница-слънчоглед това намаление е 44 % (от 504 на 282 ха); при четириполно сеитбообръщение люцерна-царевица-пшеница-слънчоглед е 47 % (от 547 на 296 ха), а при четириполното сеитбообръщение пшеница-царевица-пшеница-слънчоглед е 23 % (от 856 на 625 ха).

Литература

Биолчев, А., Б. Китин, Ст. Керенски, Н. Ончев, П. Пимпирев, И. Станев, Г. Георгиев, С. Димитров, Ц. Цветков, Д. *Дългосрочна Програма за Борба с Ерозията в Народна Република България.* Министерство на Горите и Горската Промишленост С.

Димитров Д.Д. 2008. *Противоерозионни агротехнически методи, технологии и система машини за отглеждане на пшеница и царевица за зърно на наклонени терени.* Хабилитационен труд за даване на научно звание „Старши научен сътрудник I степен по научна специалност „Мелиорации (вкл. Почвена ерозия и борбата с нея)". ИП „Н. Пушкаров", София

Димитров Д.Д., С. Русева, И. Малинов. 2014. Ерозия на почвата и мерки за защита. Русенски университет „Ангел Кънчев", Инженеринг и изследвания за земеделието – Русе: 95-96.

Митова М., Русева С. 2015а. Оценка на потенциалния риск от плоскостна водна ерозия на почвата на територията на община Крушари. Почвознание, агрохимия и екология, 49 (под печат)

Митова М., Русева С. 2015б. Оценка на действителния риск от плоскостна водна ерозия на почвата на територията на община Крушари. Почвознание, агрохимия и екология, 49 (под печат)

Ончев Н. 1983. Прогнозиране на площната водна ерозия на НРБ и оптимизиране на противоерозионните мероприятия. Селскостопанска академия, София.

Русева С.С. 2002. *Информационна основа на географска база данни за площната водна ерозия.* Хабилитационен труд за присъждане на научно звание "старши научен сътрудник I степен". ИП "Н. Пушкаров", София. 28 с.; 147 с.

Wischmeier W.H., D.D. Smith, 1978. Predicting rainfall-erosion losses – A guide to conservation planning. Agricultural Handbook No 537.

ОЦЕНКА НА ПРИГОДНОСТТА НА ОБРАБОТВАЕМИТЕ ЗЕМИ ВЪВ ВОДОСБОРИТЕ НА РЕКИТЕ ОГОСТА ЗАПАД, ОГОСТА И ДОЛЕН ИСКЪР ЗА ЕФЕКТИВНО ПРОТИВОЕРОЗИОННО ПОЛЗВАНЕ И ТЯХНАТА ПРОТИВОЕРОЗИОННА ЗАЩИТА

Дияна Некова, Вихра Стойнова
E-mail: diananekova@mail.bg

ASSESSING OF THE SUITABILITY OF ARABLE LAND IN THE WATERSHED OF RIVERS OGOSTA WEST, OGOSTA AND DOLEN ISKAR FOR THEIR EFFICIENT USE AND EROSION CONTROL

Diana Nekova, Vihra Stoinova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

In the Bulgarian part of the catchment area of Denube river, the watersheds are characterized by extremely diverse terrain, from flat and hilly in the Danube valley to low mountainous in the Fore and mountainous in the northern slopes of Stara Planina. This, together with other factors such as climate, soil, methods of use of arable land - fields, permanent crops and pastures, determines water erosion as the most significant degradation process, restriction which is an important prerequisite for sustainable development of agriculture in this part of the country.

The report shows an assessment of the aptness of the arable lands for effective anti-erosion use. This evaluation is based on the information of the degree of erosion risk, way of use of the land- fields, permanent crops, and the actual soil losses.

On the basis of this evaluation are proposed optimal practices to control soil erosion. These anti-erosion practices are calculated based on the current values of the compensation costs.

The report covers the watersheds of the rivers in the western part of the Danube plain, Ogosta West, Ogosta and Dolen Iskar river.

Key words: erosion, soil loss, erosion control practices, compensatory payments

Увод

Ерозията на почвата като най-широко разпространен деградационен процес в България е обусловен от съществуващите природни и социално-икономически условия – релеф, климат, почвено разнообразие, начин на трайно ползване на земята и не достатъчно ефективно прилагане на българското законодателство. Около 65% от стопанисваната земя в страната е засегната в различна степен от действието на водноерозионните процеси (Русева С. и кол. С. 2010. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част I Северна България.. Изд. "ПъблишСайСет-Еко", София, 310 с. Монография).

Водосборите на реките в българската част на водосбора на р. Дунав обхващат по-голямата част от Северна България и включват поречията на реките, вливащи се в р. Дунав или пресичащи западната ни граница – Огоста Запад, Огоста, Долен Искър, Вит, Осъм, Янтра, Русенски Лом, Дунав, Габерска Нишава, Горен Искър.

Обект на настоящия доклад са водосборите на реките, вливащи се в р. Дунав - Огоста Запад, Огоста и Долен Искър, които по своето географско разположение попадат в западната част на Дунавската равнина, с преобладаващ низинен и платовиден релеф със средна надморска височина 130 m, западната част на Предбалкана, като ширината на предпланинската ивица в тази част е около 10-15 km и западните части на Главната Старопланинска верига с ширина около 40 km. Изключение прави водосборът на р. Долен Искър, който води началото си от Рила планина и преди да навлезе в разглежданата територия преминава през Самоковското и Софийското полета, Витоша планина (Басейнова Дирекция Дунавски район Раздел 1).

Целта на доклада е чрез анализ на съществуващите природни и икономически предпоставки, ерозионните фактори и действителните количества ерозирана почва да се направи оценка на пригодността на обработваемите земи във водосборите на реките Огоста Запад, Огоста и Долен Искър за ефективно противоерозионно ползване и да се препоръчат оптимални противоерозионни практики за ограничаване на водноерозионните процеси.

Материал и методи

За оценка на пригодността на обработваемите земи във водосборите на реките Огоста Запад, Огоста и Долен Искър е използвана информация от ГИС за степента на ерозионен риск, с детайлно отразяване на наклоните при всяка степен, начин на ползване на земята – ниви, трайни насаждения (лозя и овощни градини) и пасища и действителните количества ерозирана почва. При отчитане на всички гореизложени показатели са предложени оптимални за всеки водосбор мерки за противоерозионна защита и на базата на сега действащите стойности на компенсаторните разходи за отделните противоерозионни практики са остойностени.

Резултати и обсъждане

Особеностите на релефа – планински, нископланински и хълмист до низинен в Дунавската равнина, умерено-континенталния климат със средногодишни валежни суми от 600-650 mm, със средна и средна до силна ерозионност на дъждовете – 601 – 1000 MJ mm/ha, изключително голямото почвено разнообразие, при което над 70% от площта се характеризира със средна и средна до силна податливост към ерозиране и съществуващият начин на земеползване, са предпоставка за активно проявление на водноерозионните процеси.

Площта на водосборите, обект на настоящето изследване са съответно: на р. Огоста Запад - 437 316, 88 ha., на р. Огоста - 4491581,655 ha и на р. Долен Искър - 358644,5 ha.

Обработваемите земи, подложени в различна степен на действието на водната ерозия на почвата, заемат съответно: във водосбора на р. Огоста Запад –259087,53 ha, на р. Огоста - 253021,25 ha и на р. Долен Искър -193211,67 ha (тук не са включени земите с надморска височина над 1200m, както и други неземеделски земи).

Един от основните фактори за проявление на водноерозионни процеси, който е взет под внимание при оценка на пригодността на обработваемите земи във водосборите на реките в българската част на водосбора на р. Дунав в Западна Дунавска

равнина е наклона. Таблица 1 представя информация за разпределението на обработваемите земи и количествата ерозирана почва по наклони на територията на разглежданите водосбори.

Таблица 1. Разпределение на обработваемите земи и почвените загуби в % по наклони

Наклон градуси	Огоста Запад		Огоста		Долен Искър	
	площ	почвени загуби	площ	почвени загуби	площ	почвени загуби
0-3	73,8	26,7	52,5	19,1	62,8	14,5
3-6	18,1	33,5	18	24,8	24,1	32
6-9	4,7	16,5	6,7	13,9	6,6	19,8
9-12	1,3	6	3,2	7,2	1,9	7
12-15	0,35	2,05	1,6	4,2	0,6	3
над 15	1,8	15,3	18	30,9	4	23,8

От таблица 1 се вижда, че обработваемите земи с наклон 0-3º заемат над 50% от територията и при трите водосбора. От тях се реализират от 14,5 до 26,7% от почвените загуби. Следват земи с наклон 3-6º, които съставляват от 18 до 24% от площта и на тях се падат от 24,8 до 33,5% от количеството ерозирана почва.. Вижда се, че делът на обработваеми земи с големи наклони - 12-15 º и над 15 º е малък във водосбора на р. Огоста Запад – 2,15% и от тях се реализират 17,35% от почвените загуби. Тези стойности не са високи и за водосбора на р. Долен Искър. Изключение прави водосборът на р. Огоста, където площта на обработваемите земи при наклони 12-15 º и над 15 º е сравнително висок 19,6% и от тях се реализират около 35% от почвените загуби.

Таблица 2. Разпределение на обработваемите земи по степен на ерозионен риск и начин наползване на земята (%)

Степен на ерозионен риск	ОГОСТА ЗАПАД				ОГОСТА				ДОЛЕН ИСКЪР			
	ниви	лозя	овощни градини	пасища	ниви	лозя	овощни градини	пасища	ниви	лозя	овощни градини	пасища
Слаб и слаб до умерен ерозионен риск	79,7	28,8	73,1	65,5	82,5	15,4	40,3	56,7	69,9	4	19,3	48
Умерен ерозионен риск	8,5	13,4	18	15	6,9	10,8	20,3	15,8	9,4	4,6	16,4	18,8
Умерен до висок ерозионен риск	8,8	22,8	2,6	7	8,3	16,7	11	9,7	10,7	11,7	8,3	14,4
Висок ерозионен риск	1,9	23,3	63	12,5	1,9	36,6	21,2	17,8	5,3	12,2	21,7	15,1
Много висок ерозионен риск	1,1	11,6			0,3	20,5	7		4,7	31,6	34,2	3,6

Разпределението на обработваемите земи по степен на ерозионен риск и начин на ползване във водосборите на реките Огоста Запад, Огоста и Долен Искър може да се види от таблица 2.

Както се вижда от таблицата и в трите водосбора по-голямата част от обработваемите земи с начин на ползване ниви са със слаб и слаб до умерен ерозионен риск. Нивите с умерен и умерен до висок ерозионен риск са в границите до 10-11% от площта. С висок и много висок ерозионен риск са 3% от нивите във водосбора на р. Огоста Запад; 2,2% - във водосбора на р. Огоста и малко по-висок е процентът на нивите при тази степен на ерозионен риск във водосбора на р. Долен Искър – 10%, което се дължи преди всичко на особеностите на релефа. Разпределението на лозовите насаждения по степен на ерозионен риск показва сравнително висок процент на лозя при умерен до висок и висок ерозионен риск, съответно 22,8% и 23,3% във водосбора на р. Огоста Запад; 16,7% и 36,6% във водосбора на р. Огоста; 11,7% и 12,2% във водосбора н р. Долен Искър, където е висок и делът на лозови масиви при много висок ерозионен риск – 31,6% . Разположението на овощните градини по степен на ерозионен риск е различно за разглежданите водосбори. Така например, във водосборите на реките Огоста Запад и Огоста по-голямата част от овощните насаждения са при слаб и слаб до умерен ерозионен риск съответно 73% и 40,3%, във водосбора на р. Долен Искър най-голям е делът на овощни градини при много висока степен на ерозия – 34,2%. От данните в таблицата се вижда, че по-голямата част от пасищата са с ниска степен на ерозионен риск. Тези особености в разпределението на обработваемите земи по степен на ерозионен риск рефлектират върху размера на почвените загуби и съответно върху вида на противоерозионните практики, които се препоръчват за осъществяване на противоерозионна защита на обработваемите земи в разглежданите територии.

Таблица 3.Средногодишни почвени загуби по степен на ерозионен риск (t/ha) и начин на ползване

Степен на ерозионен риск	ОГОСТА ЗАПАД				ОГОСТА				ДОЛЕН ИСКЪР			
	ниви	лозя	овощни градини	пасища	ниви	лозя	овощни градини	пасища	ниви	лозя	овощни градини	пасища
Слаб и слаб до умерен ерозионен риск	2	3,5	2,05	1,6	2,1	3,6	3,4	2	2,3	4,4	3,5	2
Умерен ерозионен риск	7,3	6,7	6	7,3	7,5	6,3	7,1	7,2	7,3	7,2	7,7	6,5
Умерен до висок ерозионен риск	14	13,6	12,2	14	13	16	14,5	14,2	14,6	17,3	12,4	14,3
Висок ерозионен риск	28,3	28,3	27,5	21,8	25,2	28,1	26,2	22	27,7	32,5	30,6	27
Много висок ерозионен риск	69,1	74,8			58,2	82,7	83,4		76,5	72,6	161,2	59

В таблица 3 са отразени средногодишните почвени загуби (t/ha) по степен на ерозионен риск и начин на ползване на земята.

Данните показват, че и при трите водосбора, при всички разглеждани начини на ползване на земята почвените загуби са в допустимите граници при степен на ерозионен риск слаб и слаб до умерен - 2,1 t/ha у при нивите; 3,8 t/ha у при лозята; 3 t/ha у при овощните насаждения и 1,9 t/ha у при пасищата, средно за трите водосбора. Върху тези площи следва да се прилагат лесно изпълними и с по-ниска стойност противоерозионни практики.

При степен на ерозионен риск умерен средногодишните количества ерозирана почва варират от 6 до 7,7 t/ha/у при различните начини на ползване на земята. Тук също следва да се прилага комплекс от противоерозионни практики, чиято основна функция е превенцията. С увеличаване на степента на ерозионен риск почвените загуби нарастват и достигат до 68 t/ha/у средно за трите водосбора с начин на ползване ниви; 76,7 t/ha/у с начин на ползване лозя; 122 t/ha/у с начин на ползване овощни градини и 59 t/ha/у при пасища, при много висока степен на ерозионен риск.

В зависимост от конкретните условия на всеки един от разглежданите в настоящата разработка водосбори, са препоръчани различни почвозащитни практики със съответното им процентно участие. Процентът, с който всяка една противоерозионна практика е включен в комплекса за противоерозионна защита е съобразен с конкретните теренни и климатични особености на водосбора, но преди всичко със степента на ерозионен риск, диапазоните на наклона във всяка степен и структурата на селскостопанското производство.

Комплексът от противоерозионни практики, прилагането на които е необходимо условие за успешно осъществяване на борбата с водната ерозия в ниви включва почвозащитни сеитбообращения, поясно редуване на културите, тревни буферни ивици и засяване на зимни предкултури. При по-големи наклони 9-12^{o} се препоръчва терасиране, а при наклони 12-15^{o} и над 15 ^{o} противоерозионно затревяване. Общият размер на средствата за противоерозионна защита на ниви при различна степен на ерозионен риск се изчисляват на 29146745 €/год., 147,20 €/ha /год за водосбора на р. Огоста Запад; 26160818 €/год, 145€/ha /год за водосбора на р. Огоста и 20999094 €/год, 118,67 €/ha /год за водосбора на р. Долен Искър (табл.4).

При трайните насаждения – лозя и овощни градини за противоерозионна защита се препоръчват тревни буферни ивици при първа и втора степен на ерозионен риск, при умерен и умерен до висок ерозионен риск – терасиране и при много силна степен на проявление на водноерозионни процеси – затревяване в овощните насаждения. Общият размер на средствата за противоерозионна защита на трайни насаждения при различна степен на ерозионен риск се изчисляват на 511636 €/год., 84,85 €/ha /год за водосбора на р. Огоста Запад; 576380 €/год, 85,55€/ha /год за водосбора на р. Огоста и 486521 €/год, 83,85 €/ha /год за водосбора на р. Долен Искър (табл.4).

Таблица 4. Стойност на компенсаторните плащания за прилагане на оптимални противоерозионни практик

Противоерозионна практика	Огоста Запад						Огоста						Долен Искър					
	Площ - ha			Стойност - €			Площ - ha			Стойност - €			Площ - ha			Стойност - €		
	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища
Почвозащитни сеитбообращения 182 €/ha	114460			20831740			98656			17955458			66868			12170026		
Поясно редуване на културите 45 €/ha	17297			778362,3			13930			626834,8			35988			1619473		
Тревни буферни ивици 43 €/ha	13833	4505		594818,1	193725		9683	4968		416350,1	213606		25631	4339		1102131	186486	
Оттокотв/оттоко-задърж. Бразди 40€/ha	3575,9		557	143034,4		22276	4666			186619			4585			183379,6		
Терасиране 205 €/ha	1119,8	1480		229564	303380		134,6	1770		27593	362775		232,9	1464		47746,55	300035	
Затревяване 324 €/ha	2117	44,8	2778	685972,4	14531	820183	479,4		2757	155634,7		893352	1264		5857	409626,7		1897538
Подобрителни мероприятия 82 €/ha			15964			1309009			23436			2815068			24512			2009944
Почвозащитни Предкултури 129 €/ha	45607			5883254			52654			6792329			42378			5466711		
				29146745	511636	2151468				26160818	576380	3708421				20999094	486521	3907482

Противоерозионната защита на пасищата се осъществява чрез прилагане на различни подобрителни мероприятия, а при много висока степен на ерозиране се препоръчва цялостно противоерозионно затревяване. Общият размер на средствата за противоерозионна защита на пасища при различна степен на ерозионен риск се изчисляват на 2151468 €/год., 111,48 €/ha /год за водосбора на р. Огоста Запад; 3708421 €/год, 141,57€/ha /год за водосбора на р. Огоста и 3907482 €/год, 128,67 €/ha /год за водосбора на р. Долен Искър (табл.4).

Заключение

Резултатите от проведеното изследване на водосборите на реките Огоста Запад, Огоста и Долен Искър показва, че съвкупността от природни и икономически условия и съчетанието на ерозионните фактори определят водната ерозия на почвата като широко разпространен деградационен процес. Действителните количества ерозирана почва от площта на обработваемите земи, подложени в различна степен на действието на водната ерозия от трите водосбора се изчислява на около 5,5 млн.t/y или 7,8t/ha/y. Общият размер на средствата, необходими за осъществяване на противоерозионна защита за цялата разглеждана територия се изчисляват общо на 87648565 €/год., 135€/ha /год. Противоерозионните практики, които се препоръчват за могат да бъдат групирани и приложени в други подобни съотношения в зависимост от възможностите и личните предпочитания на земеделските производители. Те обаче, са необходими от гледна точка на осигуряване на защита на почвата от ерозия и запазването й като основно средство за производство.

Литература

Басейнова Дирекция Дунавски район. Общо описание на характеристиките на района за басейново управление. Раздел 1.

Русева, С. и кол. 2010. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Монография. Част I Северна България. ПъблишСайСет-Еко, София, 310 с.

ОЦЕНКА НА ПРИГОДНОСТТА НА ОБРАБОТВАЕМИТЕ ЗЕМИ ВЪВ ВОДОСБОРИТЕ НА РЕКИТЕ ВИТ, ОСЪМ И ЯНТРА ЗА ЕФЕКТИВНО ПРОТИВОЕРОЗИОННО ПОЛЗВАНЕ И ТЯХНАТА ПРОТИВОЕРОЗИОННА ЗАЩИТА

Дияна Некова, Вихра Стойнова
E-mail: diananekova@mail.bg

ASSESSING OF THE SUITABILITY OF ARABLE LAND IN THE WATERSHED OF RIVERS VIT, OSAM AND YANTRA FOR THEIR EFFICIENT USE AND EROSION CONTROL

Diana Nekova, Vihra Stoinova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

In the Bulgarian part of the catchment area of Denube river, the watersheds are characterized by extremely diverse terrain, from flat and hilly in the Danube valley to low mountainous in the Fore and mountainous in the northern slopes of Stara Planina. This, together with other factors such as climate, soil, methods of use of arable land - fields, permanent crops and pastures, determines water erosion as the most significant degradation process, restriction which is an important prerequisite for sustainable development of agriculture in this part of the country.

The report shows an assessment of the aptness of the arable lands for effective anti-erosion use. This evaluation is based on the information of the degree of erosion risk, way of use of the land- fields, permanent crops, and the actual soil losses.

On the basis of this evaluation are proposed optimal practices to control soil erosion. These anti-erosion practices are calculated based on the current values of the compensation costs.

The report covers the watersheds of the rivers in the western part of the Danube plain, Vit , Osam and Yantra river.

Key words: erosion, soil loss, erosion control practices, compensatory payments

Увод

Природните и стопанските условия в страната определят водната ерозия като един от най-сериозните деградационни процеси на почвите както по статус, така и по динамика на проявление. Чрез водната ерозия се нарушава целостта на почвената покривка, изнасят се значителни количества плодородна почва, а заедно с нея и основни хранителни елементи, в резултат на което се понижава почвеното плодородие и биологичната продуктивност на почвата, замърсяват и се затлачват водоеми. Контролът на почвената ерозия е сред приоритетите и в новата ПРСР 2014-2020г. Основните противоерозионни практики, които ще бъдат обект на подпомагане са залегнали в Мярка 10 „Агроекология и климат“. Това обуславя необходимостта от по-нататъшно развитие на изследванията, свързани с водната ерозия на почвата, оценка на пригодността на обработваемите земи за ефективно противоерозионно ползване и

разработване на комплекси от оптимални противоерозионни практики за устойчиво развитие.

Обект на доклада са водосборите на реките, вливащи се в р. Дунав - Вит, Осъм и Янтра, които по своето географско разположение попадат в централната част на Дунавската равнина, с преобладаващ хълмист релеф, дълбоко разчленен от долините на реките Вит, Осъм, Янтра и техните притоци. Земите с надморска височина от 0 до 200 m съставляват 82,24%, а тези от 200 до 600 m - 17,76%. (Георгиев, Милан, Физическа география на България, С., 1979 г). Средната част на Предбалкана е разположена между р. Малък Искър и р.Стара река (приток на Янтра). Това е най-широката част на Предбалкана, която в поречието на р. Вит достига 50 km. Релефът е ридово-хълмист с кулисообразно сменящи се структурни възвишения и понижения. Главната Старопланинска верига е най-широка в западната си част , около 40 км, като на изток при долината на Вит се стеснява до 20-тина км и така продължава през цялата средна част. (Басейнова Дирекция Дунавски район Раздел 1).

Целта на доклада е чрез анализ на съществуващите природни и икономически предпоставки да се направи оценка на пригодността на обработваемите земи във водосборите на реките Вит, Осъм и Янтра за ефективно противоерозионно ползване и да се препоръчат оптимални противоерозионни практики за ограничаване на водноерозионните процеси.

Материал и методи

За оценка на пригодността на обработваемите земи във водосборите на реките Вит, Осъм и Янтра е използвана информация от ГИС за степента на ерозионен риск, с детайлно отразяване на наклоните при всяка степен, начин на ползване на земята – ниви, трайни насаждения (лозя и овощни градини) и пасища и действителните количества ерозирана почва. При отчитане на всички гореизложени показатели са предложени оптимални за всеки водосбор мерки за противоерозионна защита и на базата на сега действащите стойности на компенсаторните разходи за отделните противоерозионни практики са остойностени.

Резултати и обсъждане

Особеностите на релефа – хълмист и нископланински, умерено-континенталния климат с ясно изразена континенталност със средногодишни валежни суми от 550-600 mm, със силна и силна до много силна ерозионност на дъждовете – 1001 –2000 MJ mm/ha за област Ловеч (76% от територията на областта); слаба до средна ерозионност на дъждовете - 401-600 MJ mm/ha за област Плевен (40% от територията на областта); средна ерозионност на дъждовете – 601-800 MJ mm/ha за област Велико Търново (59% от територията на областта) и за област Габрово –средна и средна до силна ерозионност на дъждовете – 601-1000 MJ mm/ha (58% от площта на областта), изключително голямото почвено разнообразие (от север на юг се редуват карбонатни, типични, излужени и оподзолени черноземи, а като зонално явление се явяват алувиалните и сивите горски почви), при което над 93% от площта на област Ловеч, 89% от площта на област Габрово, 78% от площта на област Велико Търново и област Плевен се характеризират със средна и средна до силна и много силна податливост към ерозиране

(Русева С. и кол. С. 2010. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част I Северна България.. Изд. "Публиш СайСет-Еко", София, 310 с. Монография) и съществуващият начин на земеползване, са предпоставка за активно проявление на водноерозионните процеси.

Площта на водосборите, обект на настоящето изследване са съответно: на р. Вит 344400 ha., на р. Осъм - 362774,11 ha и на р. Янтра - 786244,11ha.

Обработваемите земи, подложени в различна степен на действието на водната ерозия на почвата, заемат съответно във водосбора на р. Вит –174433,1 ha, на р. Осъм 208842,61 ha и на р. Янтра -311826,11 ha (тук не са включени земите с надморска височина над 1200 m, както и други неземеделски земи).

Таблица 1. Разпределение на обработваемите земи по начин на ползване (ha)

Водосбор	Ниви	Лозя	Овощни градини	Пасища
Вит	145156,3	4856,7	1636,6	20799
Осъм	178711,6	5472,1	2586,8	22072,2
Янтра	251106,8	6044,4	5007,6	49667,3

Таблица 1 представя разпределението на обработваемите земи по начин на ползване в изследваните територии. Данните показват, че над 80% от обработваемите земи са с начин на ползване ниви. Силно ограничени са площите на трайните насаждения – лозя – малко над 2% за водосборите на р. Вит и р. Осъм и само 1,9% за водосбора на р. Янтра, където пък площите на овощните насаждения са 1,6% от обработваемите земи, а за другите два водосбора този процент е около 1. Най-висок е делът на пасищата във водосбора на р. Янтра – почти 16% от общата площ на обработваемите земи; във водосбора на р. Вит те заемат около 12%, във водосбора на р. Осъм – 10,6%.

Един от основните фактори за проявление на водноерозионни процеси, който е взет под внимание при оценка на пригодността на обработваемите земи във водосборите на реките в българската част на водосбора на р. Дунав в Централна Дунавска равнина е наклона. Таблица 1 представя информация за разпределението на обработваемите земи и количествата ерозирана почва по наклони на територията на разглежданите водосбори.

Таблица 2. Разпределение на обработваемите земи и почвените загуби в % по наклони

Наклон	Вит		Осъм		Янтра	
градуси	площ	почв.заг.	площ	почв.заг.	площ	почв.заг.
0-3	61,3	12	68,2	17,9	41,2	8,7
3-6	26,9	34,4	20,3	28,8	36,8	36,5
6-9	6,9	18,1	6,8	17,1	13,5	24,2
9-12	1,3	6,5	1,7	7,5	3,6	9
12-15	0,2	1,8	0,5	3,1	1,4	5,1
над 15	3,3	27,4	2,5	25,5	3,6	16,5

От таблица 2 се вижда, че обработваемите земи с наклон 0-3^{o} заемат над 60% от територията на водосборите на р. Вит и р. Осъм и около 40% във водосбора на р. Янтра. От тях се реализират 12% от почвените загуби във водосбора на р. Вит, 17,9% във водосбора на р. Осъм и само 8,7% във водосбора на р. Янтра. Следват земи с наклон 3-6^{o}, които съставляват около 20% от земите във водосбора на р. Осъм и от тях се реализират 28,8% от почвените загуби; 26,9% от площта във водосбора на р. Вит и на тях се падат 34,4% от количествата ерозирана почва. Най-голям е делът на земи с наклон 3-6^{o} във водосбора на р. Янтра и съответно е най-висок и процентът на почвени загуби – 36,5%. Делът на обработваеми земи с големи наклони - 12-15 ^{o} и над 15 ^{o} е малък във водосбора на р. Вит – 3,5%, но от тях се реализират почти 30% от почвените загуби. Тези стойности не са високи и за водосбора на р. Осъм- 3% от площта и 28,6% от почвените загуби. За водосбора на р. Янтра тези стойности са съответно 5% от площта и 21,6% от почвените загуби. 7% са обработваемите земи с наклон в диапазона 6-9 ^{o} за водосборите на реките Вит и Осъм, а почвените загуби са 17-18%. Във водосбора на р. Янтра обработваеми земи с такъв наклон заемат 13,5% от площта, но от тях се реализира значителна част от почвените загуби – 24,2%. Сравнително по-малък е делът на земите с наклон 9-12 ^{o}.

Разпределението на обработваемите земи по степен на ерозионен риск и начин на ползване във водосборите на реките Вит, Осъм и Янтра може да се види от таблица 3.

Както се вижда от таблицата и в трите водосбора по-голямата част от обработваемите земи с начин на ползване ниви са със слаб и слаб до умерен ерозионен риск. Нивите с умерен ерозионен риск са в границите от 10,2 до 13,7% от площта. 25,8% е площта на нивите с умерен до висок ерозионен риск във водосбора на р. Янтра, във водосбора на р. Осъм този процент е 9,1, а на р. Вит – 5,6%. С висок и много висок ерозионен риск са 11,3% от нивите във водосбора на р. Вит; около 5% - във водосбора на р. Осъм и малко по-висок е процентът на нивите при тази степен на ерозионен риск във водосбора на р. Янтра–16,8%. По-голямо е разнообразието в разпределението на лозовите насаждения по степен на ерозионен риск за трите водосбора.

Таблица 3. Разпределение на обработваемите земи по степен на ерозионен риск и начин на ползване на земята (%)

Степен на ерозионен риск	ВИТ				ОСЪМ				ЯНТРА			
	ниви	лозя	овощни градини	пасища	ниви	лозя	овощни градини	пасища	ниви	лозя	овощни градини	пасища
Сл.и сл. до ум.ероз.риск	71,1	35,3	14,2	51,2	75,6	55,6	31,3	60,2	43,7	22,6	13,4	45,5
Умерен ерозионен риск	11,8	28,7	23,3	13,2	10,2	10,9	5,1	12,8	13,7	13,1	4,4	23,7
Ум. до висок ероз. риск	5,6	17,1	10,5	8,3	9,1	12,5	6,4	7,2	25,8	13,8	12,4	18,8
Висок ерозионен риск	6,9	13,3	21,9	6,3	3,2	13,2	3,3	8,8	11,8	29,8	24,9	9,3
Много висок ероз. риск	4,4	5,5	30	20,5	1,9	7,7	53,9	11,1	5	20,6	44,9	2,7

Във водосбора на р. Вит площта на лозята при различните степени на ерозия намалява от слаб и слаб до умерен към висок и много висок ерозионен риск. Овощните насаждения са с най-голям процент – 30 върху терени с много силна степен на проявление на ерозионни процеси. Лозовите насаждения във водосбора на р. Осъм основно са в първа степен на ерозия, и само 7,7% са при много висок ерозионен риск. Над 50% от овощните градини във водосбора на р. Осъм са с много силна степен на ерозия. И във водосбора на р. Янтра лозовите и овощни насаждения са върху земи с висок и много висок ерозионен риск. От данните в таблицата се вижда, че по-голямата част от пасищата са с ниска степен на ерозионен риск. Тези особености в разпределението на обработваемите земи по степен на ерозионен риск рефлектират върху размера на почвените загуби и съответно върху вида на противоерозионните практики, които се препоръчват за осъществяване на противоерозионна защита на обработваемите земи в разглежданите територии.

В таблица 4 са отразени средногодишните почвени загуби (t/ha) по степен на ерозионен риск и начин на ползване на земята. Данните показват, че и при трите водосбора, при всички разглеждани начини на ползване на земята почвените загуби са в допустимите граници при степен на ерозионен риск слаб и слаб до умерен - 2,1 t/ha у при нивите; 3,5 t/ha у при лозята; 3 t/ha у при овощните насаждения и 1,9 t/ha у при пасищата, средно за трите водосбора.

Върху тези площи следва да се прилагат лесно изпълними и с по-ниска стойност противоерозионни практики. При степен на ерозионен риск умерен средногодишните количества ерозирана почва варират от 6 до 8,6 t/ha/y при различните начини на ползване на земята. Тук също следва да се прилага комплекс от противоерозионни практики, чиято основна функция е превенцията. При умерен до висок ерозионен риск почвените загуби при нивите варират от 13,3 t/ha/y във водосбора на р. Янтра до 14 t/ha/y и 14,8 t/ha/y съответно за водосборите на р. Осъм и р. Вит.

Таблица 4. Средногодишни почвени загуби по степен на ерозионен риск (t/ha) и начин на ползване

Степен на ерозионен риск	ВИТ				ОСЪМ				ЯНТРА			
	ниви	лозя	овощни градини	пасища	ниви	лозя	овощни градини	пасища	ниви	лозя	овощни градини	пасища
Сл.и сл.до ум. ероз. риск	2	3	3	1,6	1,8	3,2	2,5	1,7	2,5	4,4	3,1	2,5
Умерен ерозионен риск	7,6	8,6	6,9	7,3	7,8	7,4	6	7,3	7,9	6	7	7,2
Ум. до висок ероз. риск	14,8	13,8	11,8	15,5	14	16,2	13,7	12,2	13,3	17,2	15,8	14,4
Висок ерозионен риск	27,2	28,3	27,3	30,6	27,8	30,4	27,4	28,5	25,4	26,6	30,1	27,6
Много висок ероз. риск	82,5	68,4	220	57,9	47,5	103,2	143,6	51,5	58,6	62,1	113,5	50

При лозята средногодишните количества ерозирана почва са в размер от 13,8 до 17,2 t/ha/y. Подобни са почвените загуби при тази степен на ерозионен риск и при овощните насаждения, а при пасищата тази стойност средно за трите водосбора е 14

t/ha/y. Почвените загуби нарастват и достигат най-високите си стойности при земи с много висока степен на проявление на водноерозионни процеси – най-ниски са почвените загуби при начин на ползване ниви във водосбора на р. Осъм – 47,5 t/ha/y и над 50% са загубите в другите два водосбора. Правят впечатление високите стойности на почвените загуби при начин на ползване овощни градини – от 113,5 t/ha/y до 220 t/ha/y.

В зависимост от конкретните условия на всеки един от разглежданите водосбори, са препоръчани различни почвозащитни практики със съответното им процентно участие, което е съобразено с конкретните теренни и климатични особености на водосбора, но преди всичко със степента на ерозионен риск, диапазоните на наклона във всяка степен и структурата на селскостопанското производство.

Комплексът от противоерозионни практики, прилагането на които е необходимо условие за успешно осъществяване на борбата с водната ерозия в нивите включва почвозащитни сеитбообращения, поясно редуване на културите, тревни буферни ивици и засяване на зимни предкултури. При по-големи наклони 9-12^{o} се препоръчва терасиране, а при наклони 12-15^{o} и противоерозионно затревяване. Общият размер на средствата за противоерозионна защита на ниви при различна степен на ерозионен риск се изчисляват на 19068493 €/год., 131,36 €/ha /год за водосбора на р. Вит; 22507060 €/год, 126€/ha /год за водосбора на р. Осъм и 38166478 €/год, 152 €/ha /год за водосбора на р. Янтра (табл.5).

При трайните насаждения – лозя и овощни градини за противоерозионна защита се препоръчват тревни буферни ивици при първа и втора степен на ерозионен риск, при умерен и умерен до висок ерозионен риск – терасиране. Общият размер на средствата за противоерозионна защита на трайни насаждения при различна степен на ерозионен риск се изчисляват на 304822,9 €/год., 47 €/ha /год за водосбора на р. Вит; 298132,2 €/год, 37€/ha /год за водосбора на р. Осъм и 823244 €/год, 74,50 €/ha /год за водосбора на р. Янтра (табл.5).

Противоерозионната защита на пасищата се осъществява чрез прилагане на различни подобрителни мероприятия, а при много висока степен на ерозиране се препоръчва цялостно противоерозионно затревяване. Общият размер на средствата за противоерозионна защита на пасища при различна степен на ерозионен риск се изчисляват на 2869083 €/год., 138 €/ha /год за водосбора на р. Вит; 2634728 €/год, 119,40€/ha /год за водосбора на р. Осъм и 6321799 €/год, 127,28 €/ha /год за водосбора на р.Янтра (табл.5).

Таблица 5. Стойност на компенсаторните плащания за прилагане на оптимални противоерозионни практики

Противоерозионна практика	ВИТ						ОСЪМ						ЯНТРА					
	Площ - ha			Стойност - €			Площ - ha			Стойност - €			Площ - ha			Стойност - €		
	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища	ниви	тр.нас.	пасища
Противоерозионни сеитбообращения 182€/ha	65750			11966553			77150,2			13703734			116055,3			21122085		
Поясно редуване на културите 45€/ha	33855			1523490			43335,6			1950101			106315,5			4784200		
Тревни буферни ивици - 43€/ha	13372	3193,8		575010,6	137337,1		12773,5	4242,8		641709,6	182397,4		39915	7243,3		1716339	311461	
Оттокоотв./оттокозад. 40€/ha	2274,1			90962,8			1685,8			67433,6			16866,5			674659,3		
Терасиране - 205€/ha	167	1010,2		34233	167485,8		246,6	564,6		50548,9	115734,8		1173,4	2496,5		240551,1	511783	
Затревяване - 324€/ha	869,88		4374,5	281841,1		1417354	981,6		3848,1	318038,4		1246771	4433,2		9640,2	1436363		3123418
Подобрителни м-я в пасища- 82€/ha			17704						16926,3			1387957			39004,6			3198381
Зимни предкултури 129 €/ha				4596402		1451729	44771,3			5775494			63506			8192281		
				19068493	304822,9	2869083				22507060	298132,2	2634728				38166478	823244	6321799

Заключение

Резултатите от проведеното изследване на водосборите на реките Вит, Осъм и Янтра показва, че съвкупността от природни и икономически условия и съчетанието на ерозионните фактори определят водната ерозия на почвата като широко разпространен деградационен процес. Действителните количества ерозирана почва от площта на обработваемите земи, подложени в различна степен на действието на водната ерозия от трите водосбора се изчислява на около 7,8 млн.t/y или 8,8 t/ha/y. Общият размер на средствата, необходими за осъществяване на противоерозионна защита за цялата разглеждана територия се изчисляват общо на 99898187 €/год., 144€/ha /год. Противоерозионните практики, които се препоръчват за могат да бъдат групирани и приложени в други подобни съотношения в зависимост от възможностите и личните предпочитания на земеделските производители. Те обаче, са необходими от гледна точка на осигуряване на защита на почвата от ерозия и запазването й като основно средство за производство.

Литература

Басейнова Дирекция Дунавски район. Общо описание на характеристиките на района за басейново управление. Раздел 1.

Георгиев, М. 1979. Физическа география на България. С.

Русева, С. и кол. С. 2010. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Монография. Част I Северна България. Изд. ПъблишСайСет-Еко, София, 310 с.

ПОДВИЖНОСТ И БИОДОСТЪПНОСТ НА ТЕЖКИ МЕТАЛИ НА ФОНА НА ВИСОКИ НИВА ДОБАВЕНА МЕД В ТЕХНОГЕННО ПОВЛИЯНИ ПОЧВИ

Люба Ненова, Ирена Атанасова, Цецка Симеонова, Емилия Атанасова, Методи Теохаров
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: lyuba_dimova@abv.bg

MOBILITY AND BIOAVAILABILITY OF HEAVY METALS AFTER THE ADDITION OF HIGH LEVELS OF Cu ON THE ANTHROPOGENIC AFFECTED SOILS

Lyuba Nenova, Irena Atanassova, Tsetska Simeonova, Emilia Atanassova, Metodi Teoharov
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Three technogenic soils from the industrial area of the metallurgical plant "Kremikovtsi" and an uncontaminated control soil from the region of the village of Seslavtsi were investigated. The soils are characterized by a neutral to slightly alkaline reaction and elevated levels of heavy metals - Zn, Cu, Mn, Fe and Pb, compared to the control. The soils are additionally contaminated with copper (at levels 500 mg/kg and 1000 mg/kg) in order to approximate the adsorption maxima in Cinnamonic soils. The development of rocket plants (*Eruca sativa*) was studied in a pot experiment. The yield and the heavy metal contents of plants were analyzed. Pseudo-total and bioavailable forms of heavy metals in soils were assessed (ISO 11466; 1M NH_4NO_3). The yield of the rocket plans was highest in the control unpolluted soil and decreased by 43% after the addition of 1000 mg/kg Cu to the soil. The additional pollution of the thechnogenic soils lead to lower yields and significant increase in the concentration of copper in the plants in all of the investigated variants. These two parameters are related by correlation coefficient R= -0,637. In some variants a synergism between the bioavailability of copper and manganese was observed. As regards the iron, lead and zinc, the tendency is the opposite.

Key words: heavy metals, technologically affected soils, bioavailability

Увод

Антропогенното замърсяване на почвата най-често се разглежда във връзка с постъпване на индустриални отпадъци в нея, т. е. така нареченото техногенно замърсяване. Често хвостохранилищата на вече закрити мини биват оставени без адекватно управление и от своя страна се превръщат в източник на замърсяване на прилежащите земеделски земи и култури (Byong-Gu KoA et al., 2010). Табан и шламохранилище, изградени в района на стоманодобивния комбинат "Кремиковци" се явяват източник на замърсени дренажни води и се характеризират с високо съдържание на тежки метали (Fe, Pb, Zn, Cd, Cu и As), (Георгиев и др., 2002). Обща характеристика на тежките метали като замърсители е тяхното постоянно присъствие в почвата и затрудненото им отстраняване от нея. За разлика от органичните замърсители тежките

метали са устойчиви в почвата и при определени концентрации биват токсични за растенията. Анализирането на общите концентрации на тежки метали в почвата често пъти не е достатъчно, за да се оцени риска от замърсяване с тях поради различното им поведение в зависимостот почвено-адсорбционните характеристики (Atanassova, 1995; Xiao-quan Shan et al. 2003). Оценяването на риска за околната среда би било по-точно ако се изследват не общите, а биодостъпните форми на тежките метали, които са пряко свързани с постъпването им в растенията.

Целта на изследването е да се оцени подвижността и биодостъпността на тежки метали в условията на специфична сорбция (pH > 6) след допълнително замърсяване с мед на техногенно повлияни почви.

Материал и методи

Обект на настоящото изследване са излужена Канелена горска почва и слаборазвити почви (Регосоли), техногенно повлияни от тежки метали и гранулиран и негранулиран коксов прах от индустриалната зона на металургичен комбинат „Кремиковци“. За сравнение е изследвана естествена, незамърсена излужена Канелена горска почва от землището на с. Сеславци. Пробовземането е извършено на дълбочина 0 - 30 cm. Стойностите на pH на изследваните почви варират между 6,7 - 7,7, което ги определя като неутрални до слабоалкални. Сорбционният капацитет на техногенно повлияните почви е близък до този на контролата - 26,9, а органичното вещество се движи от 2,5% при Канелената горска почва до 17,5% в Профил 6. Към четирите почви, с цел да се доближи адсорбционния максимум при Канелени горски почви е проведено допълнително замърсяване с мед в количества 500 и 1000 mg/kg, внесена под формата разтвор на меден ацетат. В опита са изпитани общо 12 варианта (К, Р6, Р7, Р8 – почви без внасяне на мед; К Cu_{500}, Р6 Cu_{500}, Р7 Cu_{500}, Р8 Cu_{500} – почви с допълнително замърсяване с мед в количество 500 mg/kg; К Cu_{1000}, Р6 Cu_{1000}, Р7 Cu_{1000}, Р8 Cu_{1000} – почви с допълнително замърсяване с мед в количество 1000 mg/kg) в три повторения. В съдов експеримент (с вместимост на съдовете 1 kg почва) е изследвано развитието на растения от широколистна рукола (Eruca Sativa). Отчетено е теглото и съдържанието на тежките метали Cu, Zn, Fe, Mn и Pb в растенията (Methods of soil analysis, 1982). Анализирани са концентрациите на псевдо-общите и биодостъпните форми на изследваните тежки метали в почвата - атомноабсорбционно, съответно посредством мокро разлагане на пробите с царска вода (ISO 11466:1995) и екстракция с 1M NH_4NO_3 по Zein & Brummer (1989). Физикохимичните свойства на почвата са определени по метода на Ганев и Арсова (1980), а органичното вещество - по метода на Тюрин (Кононова, 1963). При статистическата обработка на данните са използвани еднофакторен дисперсионен анализ (One-way-Anova) и корелационен анализ (One factor Simple Regression) от статистическия пакет STATGRAPHICS Centurion.

Резултати и обсъждане

Обработката на данните за добива от рукола показват разпределение в 6 хомогенни класа (от a до f), доказано различни при p = 95% (Таблица 1). Стойностите на този показател варират от 0,98 до 37,03 g. Най-високи тегла на растенията са отчетени при контролните варианти. Естествената почва и почвата с внасяне на 500

mg/kg мед дават най-високи резултати, съответно 37,03 g и 34,5 g и формират самостоятелен хомогенен клас „f“. Високите концентрации от 500 mg/kg добавена адсорбирана мед не оказват потискащо влияние върху добива и показват добра фиксация на медта в почвата. В следващия по-горен хомогенен клас “e“, самостоятелно попада вариант K $Cu_{1000.}$ Установява се, че внасянето на високата концентрация на мед в незамърсената почва води до значимо понижаване на добива от рукола спрямо контролата с 43%.

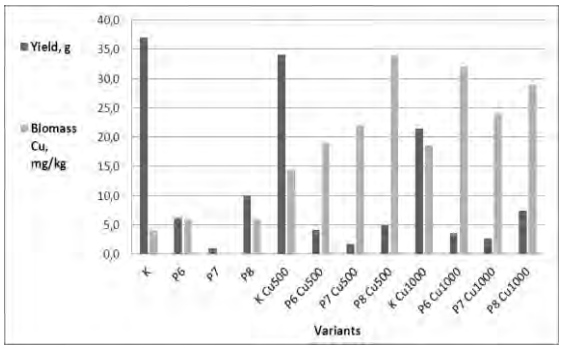
Таблица 1. Хомогенни класове на добива от рукола (g) при степен на достоверност 95%, НМДР = 4,71, (a-f хомогенни класове)

Варианти	Добив, g	Хомогенни класове
P7	0,98	a
P7 Cu_{500}	1,76	a b
P7 Cu_{1000}	2,74	a b
P6 Cu_{1000}	3,64	a b c
P6 Cu_{500}	4,12	a b c
P8 Cu_{500}	4,97	a b c
P6	6,15	b c d
P8 Cu_{1000}	7,46	c d
P8	10,03	d
K Cu_{1000}	21,43	e
K Cu_{500}	34,05	f
K	37,03	f

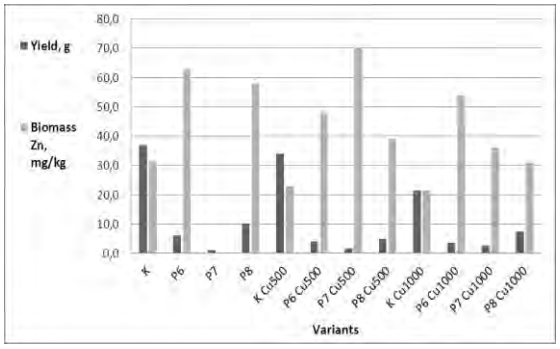
Най-нисък е добивът при всички варианти от техногенно повлияната излужена Канелена горска почва (Профил 7).

Добив и биодостъпност на тежки метали в биомасата на рукола

Установява се, че с внасянето на допълнителни количества мед в почвата, растителният добив намалява, а биодостъпността на медта за растенията нараства (Фиг. 1). Това се потвърждава от добрата отрицателна корелационна връзка между двата показателя R = -0,637.



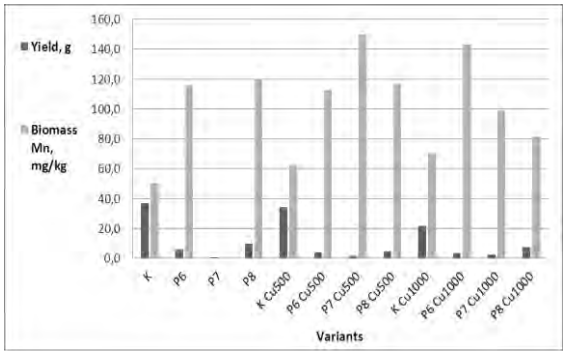
Фиг. 1. Вариране на добива (g) и на съдържанието на мед (Cu, mg/kg) в рукола



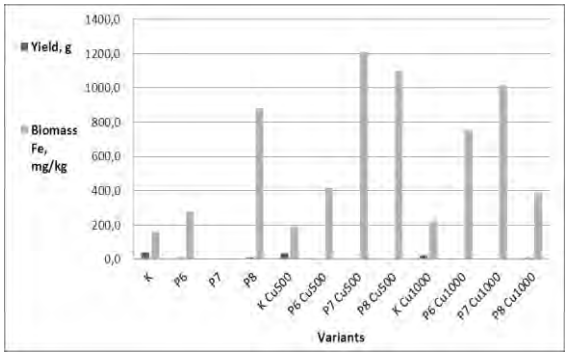
Фиг. 2. Вариране на добива (g) и на съдържанието на цинк (Zn, mg/kg) в рукола

Установено е (Kabata-Pendias, 2011), че съдържанието на Cu в надземните части на растенията рядко надвишава 20 mg/kg, а стойности между 20 - 100 mg/kg се считат за нива на замърсяване. Не се наблюдава промяна в концентрациите на мед в биомасата при внасяне на 1000 mg/kg спрямо 500 mg/kg при вариантите от Профил 7 и 8 поради фиксирането на медта в недостъпни за растенията органо-минерални комплекси (Benkova & Atanassova, 2015). Корелационният анализ на данните за обменните форми на медта, отчетени в извлек с 1M NH_4NO_3 и концентрацията на мед в растенията показва, че съществува доказана положителна корелационна връзка между тях (R = 0,798).

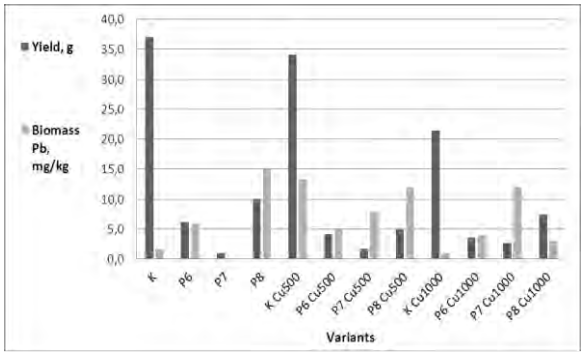
Концентрацията на цинк в растителната маса варира в сравнително тесни граници от 21,3 до 63,0 mg/kg (Фигура 2). Нормалните нива в незамърсени растения от зеле варират между 24 - 31 mg/kg (Kabata-Pendias, 2011). Внасянето на мед води до понижаване на концентрацията на Zn в биомасата от контролния вариант и профили P6, и P8. Подобни резултати за наличие на антагонизъм при усвояването на мед и цинк от растенията са представени и от Kumar et al. (2009). Според други автори (Kabata-Pendias, 2011) медта и цинкът се абсорбират по един и същи механизъм от растенията, поради което всеки един от тях може конкурентно да инхибира кореновата абсорбция на другия.



Фиг. 3. Вариране на добива (g) и на съдържанието на манган (Mn, mg/kg) в рукола



Фиг. 4. Вариране на добива (g) и на съдържанието на желязо (Fe, mg/kg) в рукола



Фиг. 5. Вариране на добива (g) и на съдържанието на олово (Pb, mg/kg) в рукола

Внасянето на Cu води до повишено усвояване на Mn от растенията при естествената Канелена горска почва и при почвата Профил 6 (Фигура 3). При другите

техногенно повлияни почви се наблюдава антагонизъм в постъпването на Cu и Mn при високите нива на замърсяване. Усвояването на желязото от растенията е видимо по-високо в техногенно повлияните почви, в сравнение с контролата (Фигура 4). Най-високи концентрации на Fe се установяват в биомасата от варианти P7 Cu_{500} и P8 Cu_{500}, съответно – 1210 и 1100 mg/kg и надвишават с порядък концентрациите в храни – зеленчуци, соя, житни, слънчоглед и ядки (1 - 218 mg/kg), систематизирани от различни източници (Kabata-Pendias, 2011). Оловото се натрупва във високи концентрации в растенията от рукола от 1,0 до 15,0 mg/kg (Фигура 5) и надвишава установения диапазон за зелеви растения (1,7 – 2,4 mg/kg), (Kabata-Pendias, 2011). Взаимодействията Cu-Pb се проявяват като антагонистични при високите концентрации мед, които потискат постъпването на олово в растенията.

Съдържание на псевдообщи и биодостъпни форми на тежките метали в почвата

Внасянето на мед в почвата води до преразпределение на псевдо-общите и биодостъпните форми на тежките метали в почвата (Таблица 2). Анализираното съдържание на псевдо-общите форми на медта, получени след края на експеримента показва, че съдържанието й се увеличава закономерно на внасянето на Cu, като при някои варианти К Cu_{500}, К Cu_{1000}, P7 Cu_{500} се извличат по-ниски количества, поради фиксацията им в резидуалната фракция на почвата. Внасянето на мед в почвата не води до съществено изменение на псевдо-общите стойности на цинка в отделните профили. Като цяло концентрацията на киселинно-екстрахируемите псевдо-общи форми на Mn, Fe и Pb намаляват.

Таблица 2. Съдържание на псевдо-общи и биодостъпни форми на тежки метали в изследваните почви преди и след допълнително замърсяване на почвите с Cu

Вариант	**Псевдо-общи форми (mg/kg)**					**Биодостъпни форми (mg/kg)**				
	Cu	**Zn**	**Mn**	**Fe**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Mn**	**Fe**	**Pb**
К	29,5	68,5	923,0	35400	50,0	0,18	0,25	2,00	0,45	0,68
P6	260,0	360,0	6825,0	55200	586,0	0,15	0,25	2,38	0,68	0,48
P7	64,0	335,0	4950,0	46200	322,0	0,08	0,28	4,78	0,50	0,45
P8	77,5	348,0	4200,0	52800	34,0	0,18	0,28	2,05	0,33	0,28
	Внесени 500 mg/kg Cu в почвата									
К Cu_{500}	365,0	52,0	886,7	28700	46,5	1,72	0,23	2,26	0,35	0,42
P6 Cu_{500}	496,7	351,7	6666,7	43300	274,7	5,23	0,17	1,77	0,18	0,27
P7Cu_{500}	395,0	278,3	4804,3	33067	195,3	5,77	0,21	4,88	0,29	0,26
P8 Cu_{500}	548,3	333,3	2804,3	38233	205,0	10,34	0,17	3,00	0,22	0,55
	Внесени 1000 mg/kg Cu в почвата									
К Cu_{1000}	641,7	85,3	910,0	34933	55,3	6,94	0,23	3,63	0,47	0,39
P6 Cu_{1000}	1323,0	356,7	6065,0	47500	294,0	14,13	0,19	1,76	0,19	0,31
P7 Cu_{1000}	770,0	305,0	5171,3	39067	213,0	13,50	0,23	4,49	0,30	0,34
P8 Cu_{1000}	931,7	325,0	2933,3	39700	192,7	25,67	0,19	3,08	0,26	0,40

В резултат от добавянето на медта, биодостъпните й форми нарастват (Таблица 2). При Zn и Pb (с изключение на Pb Профил 8 и Zn при контролната почва), добавянето

на високи количества мед води до понижаване на биодостъпните им форми в техногенно повлияните почви. Това показва изместването на тези елементи от медта на нискоафинитетни (обменни) позиции и преразпределение в други форми, в резултат на реадсорбция при изследваните почви. Внасянето на мед води до понижаване на биодостъпните форми на желязото в техногенно повлияните почви, докато при контролата почти не се наблюдава разлика.

Заключение

В проведения експеримент се установява, че внасянето на мед в почвите води до намаляване на добива от растенията. Най-силно понижаване на добива с 43% спрямо незамърсения вариант се отчита при контролната почва, замърсена с 1000 mg/kg Cu. В техногенно повлияните почви, понижаването на добива също е доказано, но варира в по-тесен интервал. Вследствие на допълнителното замърсяване на почвата с мед биомасата намалява, а биодостъпността на Cu за растенията се увеличава. Установява се доказана положителна корелационна връзка между обменните форми на медта, отчетени в извлек с 1M NH_4NO_3 и концентрацията на мед в растенията. Нарастването на концентрацията на мед в растенията е свързана с намаляване на концентрациите на цинк, желязо и олово в растителната маса, като това е по-силно изявено при високото ниво на замърсяване с мед. Внасянето на мед в почвата води до преразпределение на псевдо-общите и биодостъпните форми на изследваните тежки метали в почвата.

Литература

Георгиев П, С. Грудев и С. Браткова. (2002). Добив и Преработка на Минерални Суровини, *Годишник на Минно-геоложкия университет "Св. Иван Рилски"*, том 44-45, свитък II, стр. 177-181.

Ганев С. и А. Арсова. (1980). Методи за определяне на силно киселинния и слабо киселинния катионен обмен в почвата, *Почвознание и агрохимия*, кн. 3: 22 - 33.

Кононова, М. 1963. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. АНСССР. Москва. 314 стр.

Atanassova I. (1995). Adsorption and desorption of Cu at high equilibrium concentrations by soil and clay samples from Bulgaria. *Environmental Pollution*, 87:17-21. Elsevier Sci. Ltd.

Benkova M. and I. Atanassova. (2015). Effectiveness of lime and glauconite-phosphorite containing organo-mineral ameliorants in heavy metal contaminated soils. In: *Phosphate in soils. Interaction with micronutrients, radionuclides and heavy metals.,* ed. M. Selim, Francis & Taylor, USA. Pp. 291-318

Byong-Gu KoA, S. Park, G. Jung, M. Kim, G. Kim, S. Hong and D. Lee. (2010). Characteristics of soil heavy metal contents in the agricultural areas near closed mine in Korea. In: *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1 – 6 August 2010*, Brisbane, Australia, Published on DVD, p. 27 – 30.

ISO 11466:1995. Качество на почвите. Екстракция на микроелементи разтворими в царска вода.

Kabata-Pendias A. (2011). Trace elements in soils and plants. (Fourth Edition). *CRC Press*, pp. 505.

Kumar R, N. Mehrotra, B. Nautiyal, P. Kumar and P. Singh. 2009. Effect of copper on growth, yield and concentration of Fe, Mn, Zn and Cu in wheat plants (Triticum aestivum L.), *Journal of Environmental Biology*, 30(4): 485-488.

Methods of Soil Analysis. 1982. Part 2. Chemical and microbiological properties, II edition, (Eds.) A. Page, R. Miller, and D. Keeney, ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA, 1159.

Xiao-quan Shan, Z. Wang, W. Wang, Sh. Zhang, B. Wen. 2003. Labile rhisosphere soil solution fraction, for prediction of bioavailability of heavy metals and rare earth elements to plants. *Anal. Bioanal Chem*. 375: 400-407

Zeien, H. and G. Brummer. 1989. Chemische Extraktionen zur Bestimmung von Schwermetallbindungsformen in Boden. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*. 59: 505–510.

Благодарности. *Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията”, който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” и Европейския социален фонд.*

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND DIFFERENT SOIL MOISTURE LEVELS ON GROWTH AND YIELD OF BROCCOLI (*BRASSICA OLERACEA* VAR. ITALICA)

Ch. Paschalidis[1], A. Alexopoulos [1], V. Kavvadias[2], I. Chouliaras[3], A. Koriki[1], S. Sotiropoulos[4] and Z. Ioannou[2]

[1]Technological Educational Institute of Kalamata, [2]ELGO-DIMITRA, Attiki,
[3]Agricultural University of Athens,
[4]Greek Agricultural Insurance Organization, Tripoli, Greece
E-mail: chpaschal46@yahoo.gr

Abstract

A soil pot experiment was carried out at the farm of the Technological Educational Institute of Kalamata in the prefecture of Messiniain Greece, from February to June 2009.The effects of different levels of nitrogen, i.e. 0 (N_0), 150 (N_{150}), 300(N_{300}) and 450 (N_{450}) mg N per kg of soil in combination with different soil water holding capacity (40% and 70%) on the growth, fresh and dry biomassyield and broccoli nutrient contentwere studied. The broccoli variety used was «Marathon». Phosphorus and potassium amounts of 150 mg of each element/kg of soil were applied before transplantation, while a treatment without nitrogen, phosphorus and potassium (N_0-P_0-K_0) was also included as a control treatment. Theexperiment repeated four times in a randomized complete block design. Ten days old broccoli plants were transferred in Mitcherlich pots containing 10L of soil.Moreover, the effectiveness of inorganic fertilization was depended by the soil water holding capacity,which was more marked under 70% soil moisture.The absence of N (N_0 P_{150} K_{150}) induced low growth of broccoli.The fresh weight of the plant was bigger under the treatment with N_{150}, P_{150}, K_{150}.Leaf nitrogen content was higher in N_{300} and N_{450} compared to N_{150}, while in N_0 nitrogen content was lower than in N_{150}.

Key words: Broccoli, biomass, flowerhead, nitrogen

Introduction

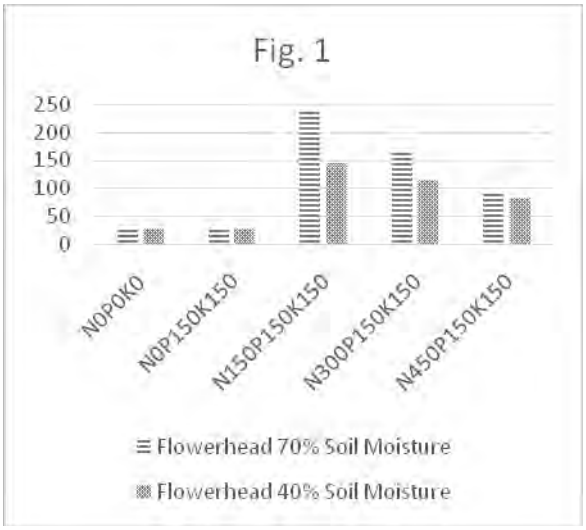
The demand of broccoli has been raised last years in Greece due to its high nutrient value. The broccoli flower head (Brassica oleracea var. italica) is rich in antioxidants e.g. C vitamin, folic acid,Ω-3lipids (Brennan P, Hsu CC, Moullan N. 2005, Karapanos & Passam, 2009). The production of high nutrient value vegetables presents a crucial interest for cultivation systems.Broccoli s a flower with high demands in inorganic nutrients especially in nitrogen for high yields and the production of good quality product (Nkoaetal., 2001). As a consequence, high quantities of nitrogen fertilization were used in broccoli cultivation (Castellanosetal., 1999, Badik & Elkner 2002). The application of the appropriate fertilization and irrigationaccording to the cultivation needs and the minimization of discharges, the removal of water resources pollution with fertilizer's residues and the production of vegetables with low nitrate content are the basic targets. Moreover, the level of soil moisture has a high influence in the engagement of nutrients from plant (Roose and Fowler, 2004).The present paper deals with the study of broccoli development in accordance with nitrogen fertilization in two moisture levels, 40 and 70% of soil water capacity. Moreover, the fresh biomass yield and the NPK level in plants were also studied.

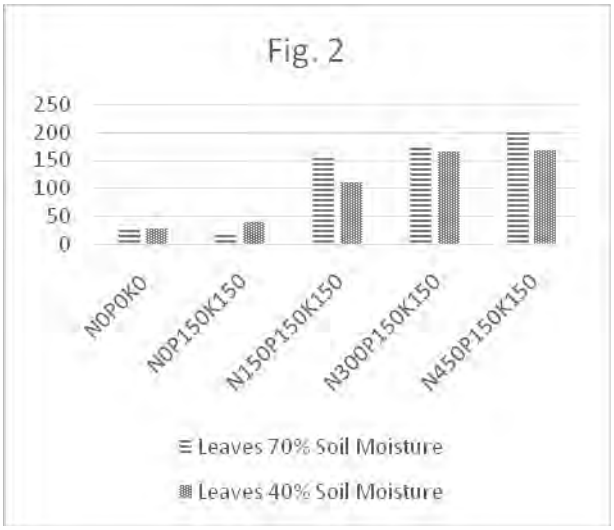
Materials and Methods

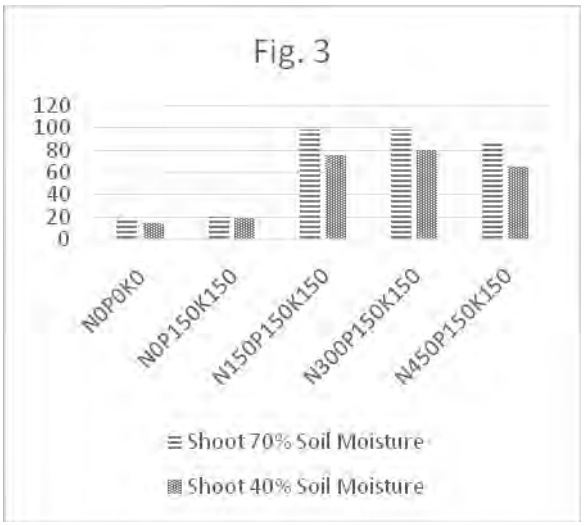
Broccoli plants of «Marathon» variety were cultivated in Mitcherlich pots containing 10 L of soilin the farm of the Technological Educational Institute (TEI) of Kalamata from February until June 2009. The soil of the farm is a typical light textured sandy clay soil of the Messinia region in South Peloponnese. Other soil characteristics include: 9.43% of $CaCO_3$, pH equal to 7.90, electrical conductivity at 25ºC equal to 847 μS/cm, organic substance equal to 3.09%, high nitrogen values, inadequate in assimilated phosphorus (6,7 mg kg^{-1}) and rich in assimilated potassium (1,09 meg/100g of soil). The experimental design was aRandomized Block Design. Four replications of nitrogen were followed (0 mg/kg N (N0), 150mg/kg N (N_{150}), 300mg/kg N (N_{300}) and 450 mg/kg N (N_{450}) per kg of soil, with two levels of water holding capacity (70 and 40% respectively). P and K levels were kept constant at 150 mg/kg of soil. In the treatments with N, 30% were added initially and the rest 70% in two different doses as surface fertilization during cultivation in the form of ammonium nitrate. The whole amounts of P, K were added as hyperphosphoric and sulfuric potassium initially with the fulfilment of pots with soil. Moreover, a treatment without the addition of fertilizers was also used (N_0-P_0-K_0: control). The percentage of soil moisture was determined according to 100% of soil water holding capacity between the saturated soil with water after draining and the dry soil at 104 ºC (Paschalidis, 2005, 2006). After the appropriate cultivation, measurements were taken for fresh plant growth, dry weight of shoots, flower heads, roots, leaves of plants. The concentration of potassium, nitrogen and phosphorus was determined in leaves during harvesting. The processing of the experimental data was performed by ANOVA analysis. The comparison of the averages by Dunkan test at a significance level of 0.05 was also examined.

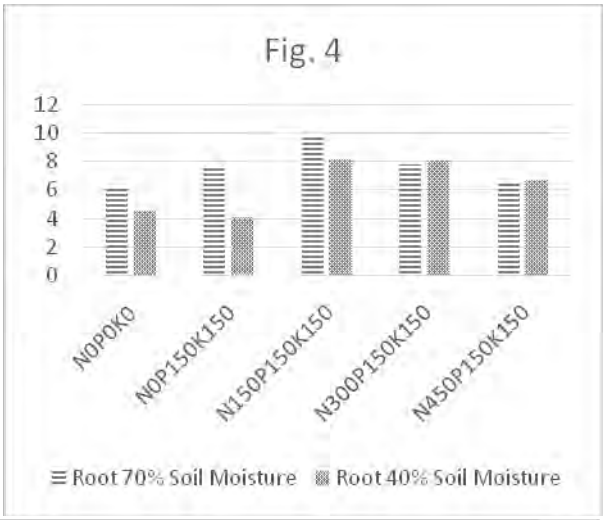
Results and Discussion

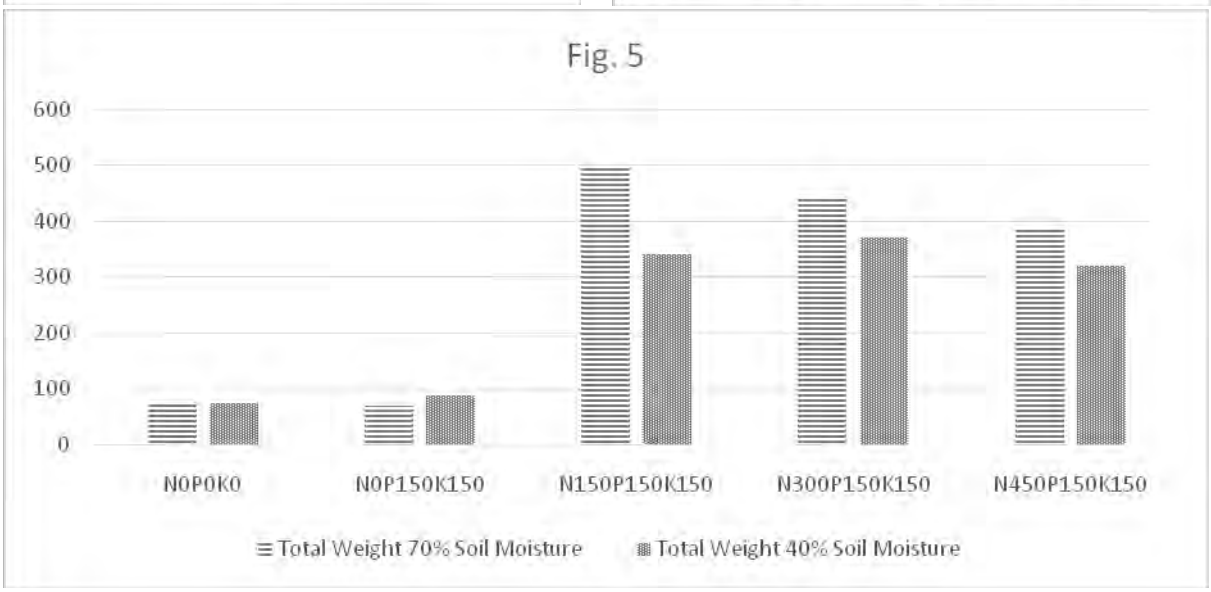
Nitrogen fertilization led to plants with higher development and fresh weight biomass in treatments with 70% of water holding capacity in comparison to plants which were developed in soils with lower water holding capacity, e.g. 40%. Asitwasmentioned, the difference between the pots with fertilization and those without fertilization, began phenomenologically to be observed very soon with the development of new plants. Theplantsof the treatments, which were fertilized with nitrogen, had a deep green color in leaves compared to the leaves of the control treatment. The latter had low height and they delayed in development during their biological cycle. The addition of potassium and phosphorus (treatment 2) had a positive effect in the development and accumulation of biomass. Theadditionofnutrientsaffected positively to the development of plant and to the accumulation of broccoli plant mass in comparison to the control treatment independently of the doses that were added or the treatments that were used. The nitrogen fertilization led to plants with better development of the upper soil plant weight in treatments with 70% of water holding capacity (Figs 1,2,3,4,5) compared to those which were developed in treatments with 40% of water holding capacity.











Figures 1-5. Average Fresh weight Flowerhead, Leaves, Shoot, Root and Total weight (gram's per plant)

However, the addition of high nitrogen doses (300 and 450 mg/kg of soil) reduced the development and the accumulation of biomass. As it was mentioned by other researchers, it seems that the high concentration of toxic nitrate ions and the high osmotic pressure of the nutrient solution with the high concentration of macronutrients influenced negatively to the plant (Figs. 1-5).

The success of the applied inorganic fertilization depends on the supply of broccoli with water. Nitrogen fertilization led to plants with higher development and upper soil plant weight in treatments with 70% of water holding capacity in comparison to those which developed intreatments with 40% of water holding capacity. Thereductionof the amount of the irrigation water to 40% of the water holding capacity had a negative effect in the development and yield of broccoli. The accumulation of fresh biomass was reduced 68% (treatment 3) in comparison to the fertilization and regular irrigation of 70% of water holding capacity. Indeed, the mean upper soil fresh weight of plants was279.4 g per plant and pot in all treatments. However, the addition of higher doses had negative effect. The lack of nitrogen from the fertilization process reduced the dry weight of plant. The lack of nitrogen from the fertilization process reduced the dry weight of plant (Table 1).

Table 1. Dry matter per Flowerhead, Leaves, Shoot, Root and total weight

		70% Soil Moisture				
		(gram's per plant)				
Treatments	Fertilizers (mg per Kg)	Flowerheads	Leaves	Shoot	Root	Total weight
1	N0P0K0	1,7	5,3	2,7	1,1	10,8
2	N0P150K150	1,6	3,1	1,5	2,6	8,8
3	N150P150K150	25,6	21,4	15,9	6,4	69,3
4	N300P150K150	20,3	27,7	15,2	5,1	68,3
5	N450P150K150	12,8	28,9	10,9	3	55,6
		40% Soil Moisture				
		(gram's per plant)				
Treatments	Fertilizers (mg per Kg)	Flowerheads	Leaves	Shoot	Root	Total weight
1	N0P0K0	2,6	6,4	2,7	1,7	13,4
2	N0P150K150	1,9	6,5	3,5	6,5	18,4
3	N150P150K150	11,3	16	12,2	4,7	44,2
4	N300P150K150	16	24,1	11,7	5,3	57,1
5	N450P150K150	12,2	27,9	10,6	3,3	54

Leaf nitrogen content was higher in N_{300} and N_{450} compared to N_{150}, while in N_0 it was lower than in N_{150}. Consequently, the success of the inorganic fertilization depends on the nitrogen levels and the soil moisture.

References

Badik & Elkner. 2002. The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yield and quality of broccoli. ActaHort 571:33-43

Brennan P, Hsu CC, Moullan N, et al. 2005. Effect of cruciferous vegetables on lung cancer in patients stratified by genetic status: a mendelianrandomisation approach.Lancet.366:1558-1560.

CastellanosLazcano,I Sosa Baldibia,A., Badillo,V.and Villalobos S. 1999. Nitrogen fertilization and plant nutrient status monitoring the basis of hiqh and quality of broccoli in potassium-rich vertisols of central Mexico. Better Crops Intern, 13:25-27.

Nkoa R., Coulombe J., Desjardins Y and Tremblay N. 2001. Towards optimization of growth via nutrient supply phasing: nitrogen supply phasing increase broccoli (*Brassica oleracea var. italica*) growth and yield. J. Exp. Bot. 52: 821- 827

Paschalidis Ch. 2006. Fertilize Science- Laboratory Exercises. Embryo Press. Greece

Paschalidis Ch. 2005.Soil Sciences- Laboratory Exercises. Embryo Press. Greece

Karapanos & Passam. 2009. Cruciferous vegetables and the nutritional value. Agriculture and Stock raising 10/ 2009: 2- 6.

Roose T., Fowler A. C. 2004. A mathematical model for water and nutrient uptake by plant root systems. J. Theor. Biol. 228, 173–184 10.1016/j.jtbi.2003.12.013

ВЛИЯНИЕ НА ВНАСЯНЕТО НА БИОВЪГЛЕН ВЪРХУ ПОЧВЕНАТА МИКРОФЛОРА ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ПШЕНИЦА И ЦАРЕВИЦА

Галина Петкова, Ефросина Джонова, Георги Стоименов

FFECT OF BIOCHAR ADDITION ON THE SOIL MICROFLORA IN WHEAT AND MAIZE CULTIVATION

Galina Petkova, Efrosina Djonova, Georgi Stoimenov

Abstract

The influence of cornstalks biochar addition on the number and activity of the main groups of microorganisms of meadow Cinnamonic soil was studied in field experiments with maize and wheat. The percentage of root mycorrhization was also determined. Positive effect on the soil microflora and the formation of symbiotrophic association plant-arbuscular mycorrhizal fungi was established. The results obtained outline biochar addition as promising method for preserving the soil fertility and improving the plant productivity.

Key words: biochar, soil microorganisms, CO_2-production, Arbuscular-mycorrhizal fungi (AMF)

Увод

Нерационалното използване на почвените ресурси през последните десетилетия доведе до намаляване на почвеното органично вещество в много страни. Това се отразява негативно не само на почвеното плодородие, но и на глобалните съвременни екологични проблеми – климатичните промени, намаляването на биоразнообразието, опустиняването. За противодействие на процесите на намаляване на почвеното органично вещество и поддържане на положителен баланс на хумуса, е необходимо увеличаване на органичното торене. Взависимост от химичния състав на внасяните в почвата източници на органично вещество и климатичните условия средно около 10-12 % от тях се трансформират в хумусни съединения. При разлагането на по-труднодостъпни за микроорганизмите химични съединения (дъбилни вещества, лигнин и др. съединения със сложна ароматна структура) се образуват структурни елементи, участващи в синтеза на хумусните вещества. Богати на по-труднодостъпни за микроорганизмите химични съединения са дървените въглища, които представляват карбонизирани материали, продукт на непълното изгаряне на различни по произход органични материали. Изследванията на Glaser et al. (2002) доказват, че дървените въглища са подходящи за поддържане на високо ниво на почвеното органично вещество. Наличието на полициклени и ароматни структури ги прави устойчиви на разлагане и поради това те могат да променят почвените свойства години след внасянето им в почвата. Дървените въглища, получени в резултат на пиролиза на растителни материали се наричат биовъглища (БВ) и са обект на изследване в някои страни като средство за подобряване на структурата и плодородието на почвите. Тази насока на тяхното приложение води началото си от преди поне 2500 години, каквито данни има за райони в близост до р. Амазонка (Woods et al., 1999; Maris, 2006; Glaser, 2007).

Понастоящем в редица страни – Великобритания, Нова Зеландия, Япония, САЩ се разработват методики за използване на биовъглища в селскостопанската практика. (Ogawa, 1994; Steiner et al., 2004; Lehmann, 2007). Както бе посочено по-горе, разлагането им в почвата протича бавно като е свързано с получаване на съединения, участвуващи в синтезата на хумусните вещества. Същевременно биовъгленът притежава висока способност да адсорбира химични вещества като предотвратява измиването на хранителни елементи от почвата с повърхностните води и преминаването им в подпочвените води. Освен това, при естественото разграждане на селскостопанските отпадъци, поради бързата им минерализация, се отделят големи количества CO_2 в атмосферата. В биовъглена въглеродът е в стабилна форма, поради което при разграждането му се освобождават по-малки количества CO_2. По този начин в резултат от стабилизирането на органичната материя внасянето му в почвата води до намаляването на нивото на емисията на парникови газове. По данни на Lehmann et al. (2006) ако към края на настоящето столетие в световен мащаб се прилагат програми за внасяне на биовъглен в почвите, около 9,5 билиона тона въглерод могат да бъдат съхранени като потенциален източник за образуване на хумусни вещества.

В заключение може да се обобщи, че екологичното значение от внасянето на дървени въглища в почвата се състои в намаляване на емисията на парникови газове и свързаните с тях климатични промени, подобряване плодородието на почвите и намаляване на замърсяването на околната среда.

Наличната информация, свързана с използване на дървените въглища не дава отговор на въпроса относно максималното количество въглерод, което може да бъде внесено безопасно в почвата под формата на биовъглен (БВ), без да навреди на почвените функции или да окаже негативно въздействие върху околната среда (Cheng et al. 2005). Това максимално количество се нарича "капацитет на натоварване с биовъглен" (BLC). Важно е да се определи как този показател варира при различните почвени типове, дали се влияе от отглежданите култури върху тях и какво влияние оказва върху почвения микробиален комплекс като най-чувствителен показател за почвеното плодородие.

Целта на изследването е да се установи влиянието на биовъглен от царевичак върху почвената микрофлора на излужена ливадно-канелена почва.

Материал и методи

Проследено е влиянието от внасянето на биовъглен върху почвената микрофлора в условията на полски експерименти. Изследването е проведено през 2013 год. в опитно поле на ИПАЗР „Н. Пушкаров" – с. Цалапица върху излужена ливадно-канелена почва с пшеница (култура със слята повърхност на посева) и царевица (окопна култура). Механичният състав на почвата се характеризира с преобладаваща песъклива фракция. Химична й характеристика е както следва: pH(H_2O) – 7,7; минерален азот – 23, 6 mg/kg; P_2O_5 – 25,2 mg/100 g; K_2O – 43,7 mg/100 g и хумус – 2,98 %. Биовъгленът е получен чрез пиролиза на растителни остатъци от царевица. Химичен му състав е представен на таблица 1.

Таблица 1. Химична характеристика на биовъглена

Показател	C	N	P %	K	Ca	Mg	Zn	Cu mg/kg	Mn	Fe
	40,54	1,00	0,07	49,00	2,95	0,73	53	29	34	225

- Опит с пшеница

Използван е сорт „Садово 1" при гъстота на посева 600 кълняеми семена на 1 m^2. Торовите норми са $N_{10}P_{12}K_{10}$, внесени като карбамид, троен суперфосфат и калиев сулфат. Фосфорният и калиевият тор са внесени преди основната обработка на почвата, а азотният тор – преди предсеитбената обработка. Извършено е и пролетно подхранване с амониева селитра (25 kg/da) през месец март. Експериментът е проведен при следните варианти: 1. контрола; 2. биовъглен, внесен в почвата през 2012 год. при норма 20 kg/da върху площ от 300 m^2; 3. биовъглен, внесен през 2013 год. непосредствено преди засяването в норма 180 kg/da върху площ от 100 m^2.

- Опит с царевица

Опитът е изведен със сорт „Кнежа 509" на площ от 2 da с междуредово разстояние 70 cm. При всички изследвани варианти е извършено минерално торене както следва: по време на оран P и K под формата на суперфосфат (30 kg/da) и калиев сулфат (20 kg/da), а при предсеитбената обработка – азот под формата на амониева селитра (12 kg/da). Изпитани са следните варианти: 1. контрола; 2. биовъглен, внесен през 2012 год. в норма 30 kg/da на площ от от 300 m^2; 3. биовъглен, внесен през 2013 год. преди засяването в норма 200 kg/da върху площ от 100 m^2.

Проби за микробиологичен анализ са взети през 2013 год. от дълбочина на почвата 0-20 cm по време на прибирането на културите. Определени са следните показатели: численост на основните групи почвени микроорганизми по метода на серийните разреждания върху селективни хранителни среди, изразена в брой колониобразуващи единици (КОЕ); продукция на CO_2 като показател за общата биологична активност (Alef, Nannipieri, 1998); естествена микоризация на корените по метода на Philips и Hayman (1970). За последният показател са взети проби във вид на почвени блокчета с размери 15/15 cm и дълбочина взависимост от структурата на кореновата система в края на вегетацията на културите.

Данните за числеността на основните групи почвени микроорганизми и продукцията на CO_2 са обработени статистически по метода на дисперсионния анализ (STATGRAPHICS. Plus 2.1).

Резултати и обсъждане

Данните от Таблица 2 показват положително въздействие на БВ при амонификаторите и бактериите, използващи минерален азот, изразяващо се в достоверно увеличение количеството на микроорганизмите от тези физиологични групи, особено отчетливо при царевицата. Това може да се обясни с различната технология при отглеждането на двете култури. При пшеницата посевът е със слята повърхност, което определя по-пълното и активно извличане на азота от почвата,

поради което и нарастването на числеността на тези групи в слоя 0-20 cm е по-ниско в сравнение с окопната култура царевица. Данните при вариантите с внесен БВ от 2012 год. илюстрират последействието от внасянето му. Установява се съществено увеличение на популациите на амонифициращите бактерии спрямо тези при контролните варианти, дължащо се вероятно на по-голямото количество растителни остатъци, постъпили в почвата след прибиране на реколтата от предходната година. По-слаб и статистически недоказан ефект е отчетен при гъбната и актиномицетната популация. И при двете култури се наблюдава ръст в числеността на целулозоразлагащите микроорганизми, по-висок при вариантите с БВ, внесен през 2013 год., което е статистически достоверно при царевицата.

Доказателство за повишаване на общата биологична активност на почвата в резултат от внасянето на БВ е установеното увеличение на продукция на CO_2. Разликите са доказани статистически при пшеницата. Предполага се, че този процес ще се активизира в по-голяма степен след прибирането на реколтата и последващото разлагане на растителните остатъци в почвата. Получените резултати са в съгласие с данните на Kolb et al. (2008), които установяват увеличение на микробиалната биомаса и общата биологична активност след внасяне на биовъглен в почвата.

Микоризата е биологичен феномен, при който се формира симбиотрофна асоциация растение – арбускуларни микоризни гъби – ризосферни микроорганизми, водеща до подобрено хранене на растенията. Това се дължи на по-пълното извличане на хранителни елементи и вода от почвата посредством хифите на микоризните гъби и транспортирането им до растенията от една страна и от друга - на активизирането на почвената микрофлора в ризосферната зона. Данните от Таблица 2 показват повишаване процента на естествена микоризация на корените на царевицата и пшеницата във вариантите с БВ като тази тенденция се е запазила и в случаите с внасянето му през 2012 год. Увеличението е около 5 % при царевицата и двойно по-голямо при пшеницата. Тези данни доказват трайното повишаване на микоризния потенциал на третираната почва. За увеличение на броят на микоризните гъби в почвата като резултат от внасянето на биовъглен докладват и Ishii et al. (1994) и Warnock et al.(2007). Предлагат се различни обяснения на механизмите на повлияване на развитието на микоризните гъби в резултат от внасянето на биовъглен – увеличаване на количеството на достъпни хранителни вещества в почвата, стимулиране на развитието на бактерии, които са в синергични отношевия с АМ-гъбите в почвата, повлияване на процесите на взаимодействие между АМ-гъбите и растенията или дезактивиране на химични съединения, подтискащи колонизацията на корените от АМ-гъбите.

В заключение може да се направи извода, че внасянето на БВ се отразява положително върху числеността и активността на почвената микрофлора. Това обезпечава повишаване на растителната продукция и гарантира по-добрите й качествени показатели на базата на активиране на естествената почвена микрофлора и представлява перспективен метод, приложим в съвременните технологии на биологично земеделие.

Таблица 2. Микробиологична характеристика на изследваната почва

Варианти	Количество на микроорганизмите (КОЕ/g)					Продукция на CO_2 (mg/100 g/h)	Микоризация на корените %
	Амонификатори $1x1.10^6$	Бактерии, използ. мин. азот $1x1.10^6$	Микроск. гъби $1x1.10^3$	Актиномицети $1x1.10^6$	Целулозоразл. $1x1.10^4$		
Царевица							
Контрола	3,94	2,55	3,94	2,48	6,31	0,06	20,85
Почва + биовъглен, внесен през 2012 год.	12,58	13,98	3,37	3,16	8,53	0,08	26,50
Почва + биовъглен, внесен през 2013 год.	9,86	10,10	4,89	3,41	9,96	0,08	25,80
НМДР $P \leq 0,05$	2,16	2,50	1,70	1,70	1,92	0,04	--
Пшеница							
Контрола	3,88	2,04	3,27	2,14	6,43	0,15	18,80
Почва + биовъглен, внесен през 2012 год.	5,94	3,57	3,67	3,09	7,24	0,27	28,02
Почва + биовъглен, внесен през 2013 год.	5,20	4,46	3,94	1,97	8,22	0,34	29,47
НМДР $P \leq 0,05$	1,16	2,01	0,90	0,44	2,24	0,08	--

Заключение

Внасянето на биовъглен в излужена ливадно-канелена почва не оказва потискащо влияние върху почвената микрофлора и нейната активност. Установен е дълготраен благоприятен ефект върху развитието на бактериалната популация и общата биологична активност.

В резултат от внасянето на биовъглен се увеличава микоризният потенциал на изследваната почва като ефектът е по-силно изразен при пшеницата.

Получените резултати очертават внасянето на биовъглен като перспективен метод за съхраняване и подобряване на почвеното плодородие.

Литература

Alef, K., P. Nannipieri. (1998). Estimation of soil respiration with closed bottles. In: *Methods in applied microbiology and biochemistry*. Harcourt Brace and Company Publishers. 216-217.

Glaser B., J. Lehmann, W. Zech. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. *Biology and Fertility of Soils,* 35: 219-230.

Glaser B. (2007). Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 362: 187-196.

Cheng C., J. Lehmann, J. Thies. (2005). Biotic and abiotic influences on black carbon properties in soil. *Geophysical Research Abstracts*, vol. 7, 01023, Sref ID: 1607-7962/gra/EGU05-A-01023.

Ishii T., K. Kadoya. (1994). Effects of charcoal as a soil conditioner on citrus growth and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi development. *Japaness Soc. Horticultural Science*, 63: 529-535.

Kolb S., K. Fermanich, M. Dornbush. (2008). Effect of charcoal quality on microbial biomass and activity in temperate soils. *Soil Science Soc. Amer. J.*, 73: 1173-1181

Lehmann J., J. Gaunt, M. Rondon. (2006). Biochar sequestration in terrestrial ecosystems – a review. *Mitig Adapt Strat Global Change*, 11: 403-427.

Lehmann J. (2007). Bio-energy in the black. *Front Ecol. Environ*, 5, 7: 381-387.

Maris E. (2006). Black is the new green. *Nature*, 442: 624-626.

Ogawa W. (1994). Tropical agriculture using charcoal. *Farming Japan*, 28, 5: 21-35.

Philips J., D. Hayman. (1970). Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic secular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Society*, 55: 158-161.

Woods W., J. McCann. (1999). The antropogenic origin and persistence of Amazonian dark earths. In: *Geographers*, C. o. L.A., (Ed.), Yearbook, pp. 7-14.

Steiner C., W. Teixeira, W. Zech (2004). Slash and char: analternative to slash and burn practiced in the Amazon basin. In: *Amazonian dark earths: explorations in space and time.* Glaser B, Woods WI (eds.) Springer Verlag, Heidelberg, p. 183-193.

Warnock D., J. Lehmann, T. Kuyper, M. Rillig. (2007). Mycorrhizal responses to biochar in soil – concepts and mechanisms. *Plant and Soil*, 300: 9-20.

ВЛИЯНИЕ НА КАДМИЯ ВЪРХУ МИКРОБИОЛОГИЧНАТА АКТИВНОСТ НА ТИПИЧЕН ЧЕРНОЗЕМ

Галина Петкова, Радка Донкова
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

EFFECT OF CADMIUM ON MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF TYPICAL CHERNOZEM

Galina Petkova, Radka Donkova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Heavy metals can cause serious damage of the biocenosis, soil fertility and human health as they are toxic, hard to degrade and accumulate in the environment for a long period. Their influence on the soil microflora, which is a key factor for the soil function as a live system and the maintenance of soil fertility is of a particular significance. The influence of increased cadmium concentrations on the main groups of microorganisms and soil biological activity of Typical Chernozem was studied in dynamics with model experiment. It was established that cadmium had negative effect on some of the investigated groups of microorganisms even in content lower than Maximum permissible concentration for the studied soil. The microorganisms taking part in the nitrogen transformation of organic matter were the most sensitive. As a result of the data obtained the possibility of using some of the investigated parameters as indicators of Cd pollution was evaluated.

***Key words**:* soil microorganisms, cadmium, total biological activity, typical chernozem, soil pollution

Увод

Природната среда е подложена на значително техногенно натоварване. В резултат на развитието на автомобилния транспорт и металургичната промишленост използването на химични средства за растителна защита и трансграничния пренос в атмосферата попада голямо количество тежки метали. Те замърсяват въздуха, водата и почвата. Особено уязвима е почвата, тъй като тежките метали, попадайки в нея, се натрупват в повърхностния орен слой, а оттам с растителната продукция попадат в човешкия организъм.

Почвените микроорганизми участват във всички процеси, свързани с почвеното плодородие. Много изследователи са доказали, че тежките метали оказват съществено влияние върху развитието на почвените микроорганизми при концентрации близки и дори, по-ниски от пределно допустимите и поради това, показателите, характеризиращи микробиологичната активност на почвата могат да бъдат използувани като ранни индикатори за нарушено екологично равновесие (Brookes, 1995; Renella et al., 2007; Donkova and Kaloyanova, 2008; Sumampouw and Risjani, 2014).

От най-често разпространените тежкометални замърсители на почвата кадмият се отличава със своята техногенност и токсичност. Съществуващите в литературата данни показват, че кадмият оказва потискащо влияние върху почвените

микроорганизми (Талева, Джонова, 1998; Giller et al., 1998; Moreno et al., 2001; Wyszkowska and Wyszkowski, 2002; Rizilkaya et al., 2004) като въздействието му зависи от конкретните почвено-климатични условия.

Целта на настоящето проучване е да се установи влиянието на кадмия върху някои основни микробиологични показатели на типичен чернозем.

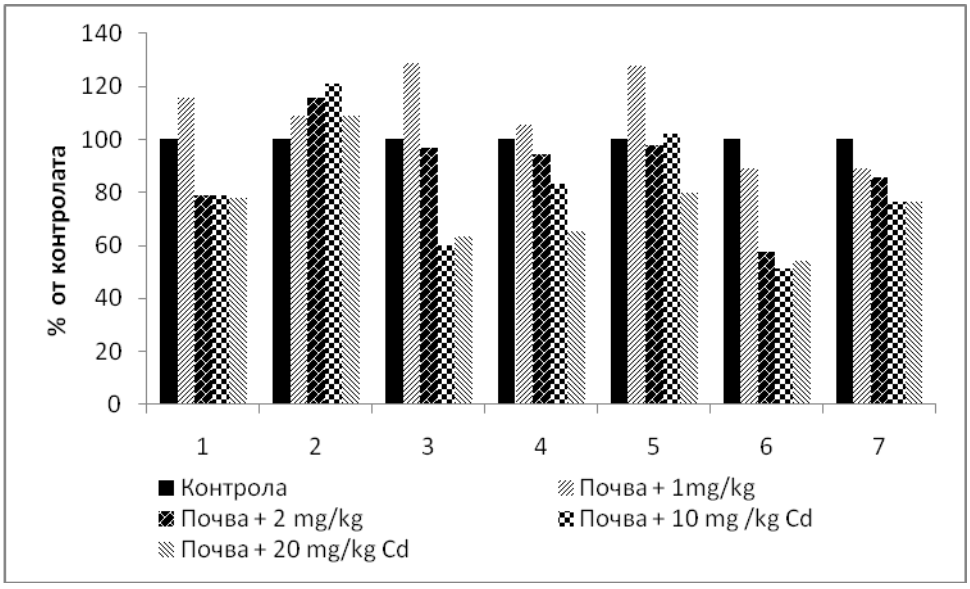
Материал и методи

Проучването е проведено на базата на моделен опит с типичен чернозем (Chernozem/Phaezem) (FAO, 1997) (почвен слой 0-20 cm) от района на гр. Кнежа със следната характеристика: pH $_{/H2O/}$ - 6,85; хумус - 3,05%; общ N - 0,2%; сорбционен капацитет – 25,22 mequ/100 g при контролирана температура (28^{o}C) и влажност (50% от ППВ). Използувани са съдове с вместимост 0,5 kg. Кадмият е внесен под формата на $CdCl_2.2H_2O$ в количества отгаварящи на ½ ПДК, ПДК (2 mg Cd/kg), 5 ПДК и 10 ПДК. Опитът е заложен по следната схема: 1. контрола - нетретирана почва; 2. почва + 1 mg Cd/kg; 3. почва + 2 mg Cd/kg; 4. почва + 10 mg Cd/kg; 5. почва + 20 mg Cd/kg. На първия и третия месец от началото на експеримента са определени общата биологична активност (Alef, Nannipieri, 1998) и количеството на основни групи почвени микроорганизми (Грудева, 2007). Резултатите са представени в проценти от контролните варианти.

Статистическата обработка на данните включва корелационен анализ (SPSS).

Резултати и обсъждане

Получените резултати показват, че на първия месец от началото на експеримента при вар. 2 (почва + ½ ПДК) се наблюдава стимулиране на актиномицетите (28 %) и свободноживущите азотфиксиращи микроорганизми (27 %) (Фигура 1). При посочения вариант е установено намаление на броя на нитрифициращите бактерии (от $9,5.10^4$ при контролата до $2,5.10^3$) и на денитрифициращите бактерии (от $7,5.10^3$ до $1,5.10^2$). Тези данни са еднопосочни с резултатите на Doelman (1986), който установява потискане на нитрификационните процеси в резултат от внасянето на малки количества Cd. При концентрация, еквивалентна на ПДК (вар. 3) се наблюдава отрицателно влияние върху амонифициращите бактерии (22 %) и целулозоразлагащите микроорганизми (42 %). Инхибиране на актиномицетите и микроскопичните гъби е установено при внасяне на Cd в количество, отговарящо на 5 ПДК. При микроскопичните гъби ефектът се засилва за най-високата концентрация на замърсителя (вар. 5). Тази концентрация оказва потискащо въздействие и на свободноживущите азотфиксатори, а единствено бактериите, усвояващи минерален азот не изменят числеността си спрямо контролата. Още при най-ниската концентрация на Cd се наблюдава тенденция към намаляване на общата биологична активност, която се засилва с нарастване на количеството на замърсителя.



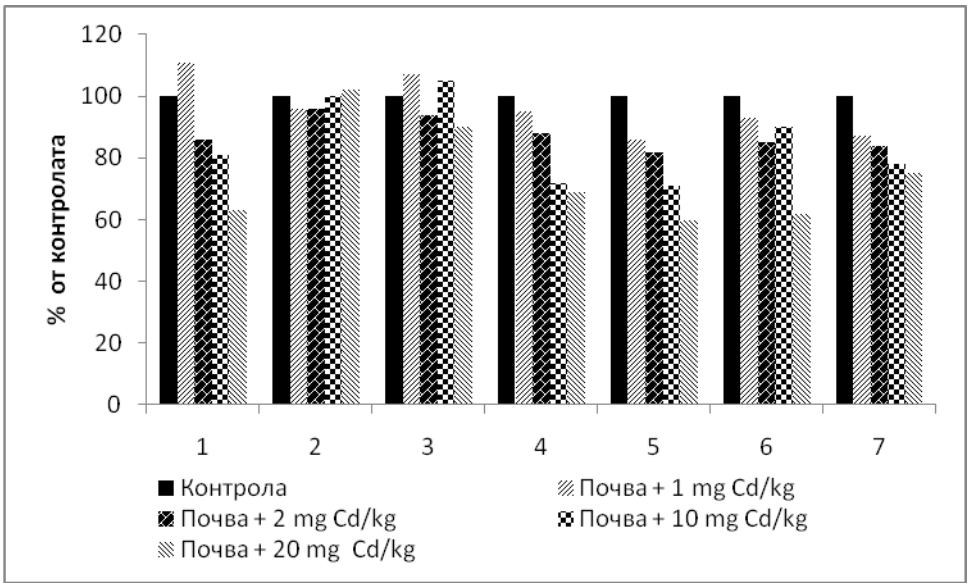
1. Амонифициращи бактерии; 2. Бактерии, усвояващи минерален азот;
3. Актиномицети; 4. Микроскопични гъби; 5. Свободноживущи азотфиксатори;
6. Целулозоразлагащи микроорганизми; 7. Обща биологична активност

Фиг. 1. Микробиологични показатели на първия месец

На третия месец от изследването стимулиращият ефект при вар. 2 (почва + ½ ПДК) изчезва (Фиг. 2). Това ни дава основание да подкрепим предположението на Wyszkowska и Wyszkowski (2002), според които в резултат от замърсяване с малки количества Cd се освобождават допълнителни въглеродни източници, получени от разграждането на мъртвите клетки на чувствителните групи микроорганизми. Запазва се наблюдаваното на първия месец потискащо влияние на кадмия спрямо нитрифициращите и денитрифициращите бактерии за всички нива на замърсяване. Така например при вар.2 (почва + ½ ПДК) количеството на нитфициращите бактерии е 4.10^2 спрямо 1.10^5 при контролата, а на денитрифшициращите е 15.10^2 спрямо $7{,}5.10^3$ при контролата. Установеното на първия месец потискащо влияние спрямо амонифициращите микроорганизми при вар. 3 (почва + ПДК) се запазва като при тази концентрация на замърсителя се наблюдава отрицателен ефект и по отношение на микроскопичните гъби и свободноживущите азотфиксиращи микроорганизми. Посоченият ефект се засилва с нарастване на концентрацията на Cd и е по-отчетливо проявен при свободноживущите азотфиксатори, които според някои изследователи могат да се използуват като индикаторна група за тежкометално замърсяване (Lorenz et al.,1992; Звягинцев и сътр., 1997). Установеното на първия месец отрицателно въздействие при концентрации на Cd, еквиваленти на ПДК за актиномицетите и целулозоразлагащите микроорганизми не се проявява. Дори и най-високата концентрация не потиска развитието на актиномицетите, докато при целулозоразлагащите микроорганизми е получено намаление спрямо контролата с 38 %. Както и на първия месец бактериите, усвояващи минерален азот не променят своята численост спрямо контролата при всички нива на замърсяване. Общата биологична активност запазва тенденцията към намаление дори и при най-ниската концентрация на

Cd. Известно е, че тя е интегрален показател за интензивността на микробиологичните процеси в почвата. Следователно получените резултати показват, че и при концентрации на замърсителя по-ниски или близки до ПДК могат да настъпят сериозни нарушения във функционалното състояние на почвената микрофлора. В потвърждение на това заключение са изследванията на Dahlin et al. (1997), които установяват намаляване на микробиалния биомасен въглерод и специфичната дихателна активност на почвените микроорганизми на почви, замърсени с тежки метали в количества под границите на възприетите ПДК.

На базата на получените резултати анализираните групи микроорганизми могат да бъдат подредени в зависимост от своята чувствителност към Cd в следния низходящ ред: нитрифициращи бактерии ‹ денитрифициращи бактерии ‹ амонифициращи бактерии ‹ свободноживущи азотфиксатори ‹ микроскопични гъби ‹ целулозоразлагащи микрорганизми ‹ актиномицети ‹ бактерии, използуващи минерален азот. Направеният статистически анализ доказва, че съществува отрицателна корелация между концентрацията на Cd и числеността на свободноживущите азотфиксатори (R = - 0,829 за първия месец и R = - 0,996 за третия месец), на амонифициращите бактерии (R = - 0,573 и R = - 0,746) и микроскопичните гъби (R = - 0,986 и R = - 0,960).



1. Амонифициращи бактерии; 2. Бактерии, усвояващи минерален азот;
3. Актиномицети; 4. Микроскопични гъби; 5. Свободноживущи азотфиксатори;
6. Целулозоразлагащи микроорганизми; 7. Обща биологична активност;

Фиг. 2. Микробиологични показатели на третия месец

Установеният потискащ ефект при концентрации по-ниски и близки до ПДК дават основание амонифициращите, нитрифициращите и денитрифициращите бактерии да се посочат като индикатори за замърсяване на типичен чернозем с Cd.

Заключение

Получените резултати показват, че сравнително устойчиви към замърсяване с Cd са актиномицетите и бактериите, усвояващи минерален азот. Чувствителни към този замърсител са нитрифициращите, денитрифициращите и амонифициращите бактерии и свободноживущите азотфиксиращи микроорганизми.

Ниски нива на замърсяване с Cd могат да доведат до нежелателно изменение на микробното равновесие и нарушаване на функционалното състояние на почвената микрофлора.

Литература

Грудева В., П. Мончева, С. Недева, Б. Гочева, С. Антонова-Николова и **С. Наумова. (2007).** *Ръководство по микробиология.* Университетско издание „Свети Климент Охридски", стр. 356.

Талева А., Е. Джонова. (1998). Влияние на тежките метали Cu и Cd върху развитието на микоризната инфекция в корени от лук. *Почвознание, агрохимия и екология,* 33, 2: 15-19.

Звягинцев Д., А. Кураков, М. Умаров, З. Филип. **(1997).** Микробиологические и биохимические показатели загрязнения свинцом дерново – подзолистый почвы. *Почвоведение*, 9, 1124-1132.

Alef, K., P. Nannipieri. (1998). Estimation of soil respiration with closed bottles. In: *Methods in applied microbiology and biochemistry*, 216-217. Harcourt Brace and Company Publishers.

Brookes P. (1995). The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. *Biology and Fertility of soils,* 19: 269-279.

Dahlin S., E. Witter, A. Mort, A. Turner, E. Baath. (1997). Where is the limit? Changes in the microbial properties of agricultural soils at low level of metal contamination. *Soil Biology and Biochemistry,* 29: 1405-14 15.

Doelman P. (1986). Resistance of soil microbial communities to heavy metals. In: *Microbial communities in soil. FEMS Symp. № 33*: 415-471. Jensen V., Kjoller A., Sorensen LH (eds.), Elsevier, Copenhagen, London, New York

Donkova R., N. Kaloyanova. (2008). The impact of soil pollution on soil microbial activity. In: *Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security,* 73-93. Ed. Springer Science Business B. V.

FAO - Unesco. (1997). Soil Map of the World. Revised Legend.

Giller K., E. Witter, S. McGrath. (1998). Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils: a review. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 1389- 1414.

Moreno J., C. Garcia, L. Landi, L. Falchini, G. Pietramellara, P. Nanipieri. (2001). The ecological dose value (ED_{50}) for assessing Cd toxicity on ATP content and dehydrogenase and urease activities of soil, 33, 4–5: 483- 489.

Renela G., A. Chaudri, C. Falloon, L. Landi, P. Nanipire, P. Brookes. (2007). Effect of Cd, Zn or both on soil microbial biomass and activity in a clay loam soil. *Biology and Fertility of Soils*, 43, 6: 751-758.

Rizilkaya R, A. Tayfun, B. Bayrkarch, M Saglam. (2004). Microbiological characteristics of soil contaminated with heavy metals. *European Journal of Soil Biology*, 40, 2: 95-102.

Sumampouw O., Y. Risijani. (2014). Bacteria as indicators of environmental pollution. Review. *International Journal of Ecosystem*, 4, 6: 251-258.

Wyszkowska J., M. Wyszkowski. (2002). Effect of Cadmium and Magnesium on microbiological activity in soil. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11, 5: 585-591.

ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА КЛИМАТА И ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ПОЧВАТА ВЪРХУ ДОБИВИТЕ И НАПОИТЕЛНИТЕ НОРМИ НА ЦАРЕВИЦА В РАЙОНА НА ПЛОВДИВ

Зорница Попова, Мария Иванова
ИПАЗР „Н. Пушкаров”, София
E-mail: zornitsa_popova@abv.bg

IMPACT OF CLIMATE UNCERTAINTIES AND SOIL CHARACTERISTICS ON MAIZE YIELD AND IRRIGATION REQUIREMENTS IN PLOVDIV REGION

Zornitsa Popova and Maria Ivanova
N. Poushkarov ISSAPP Sofia

Abstract

Increasing air temperature, drought intensity and frequency is a real fact in Plovdiv region. The objective of this study is to assess the impacts of climate uncertainties there on the maize cropping system when late and semi-early hybrids are grown on Fluvisol and Vertisol soils of small (116mm m^{-1}) and large (173mm m^{-1}) total available water *TAW*. The previously validated *WinISAREG* model was used to simulate water balance and water stress impacts on yield. The probability of exceedence curves of relative yield decrease *RYD,%,* for maize without irrigation and net irrigation requirements *NIR,mm,* to avoid such losses, were built for past (1951-1984) and present (1970-2004) weather conditions considering four combinations of the calibrated crop and soil modelling parameters. The *RYD*/*NIR* probability of exceedence curves are above all others. When late maize hybrids are grown on soils of small *TAW* under the present weather conditions *RYD* reaches 100% and *NIR* are between 390 and 440 mm in the dry years having probability *P*<10%. The lowest *RYD* losses under the present weather (30<*RYD*<40 % in the average years and *RYD*<70% in the very dry year) are simulated for the combination “semi-early hybrids-vertisol soil”.

Key words: Climate Change, Plovdiv, Maize, WINIsareg model, Yields, Irrigation Requirements

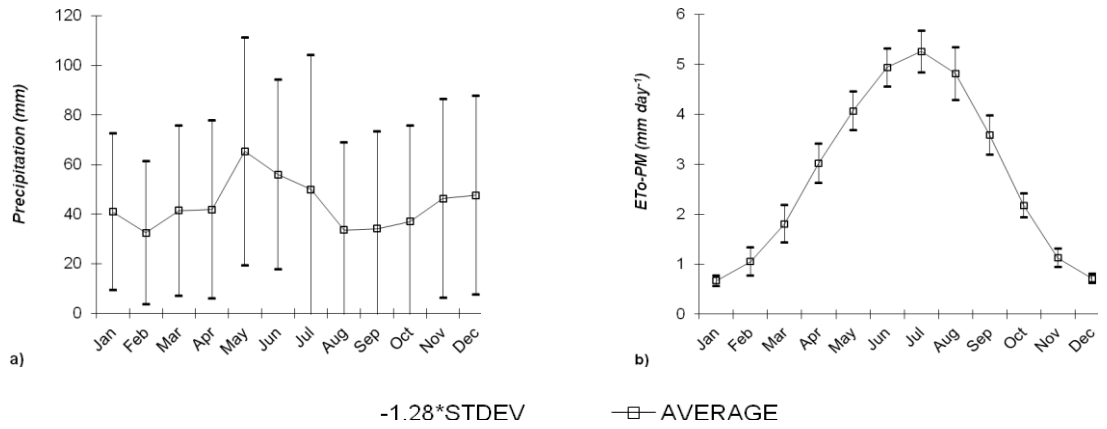
Увод

Промените към затопляне и засушаване на климата през юни-август са неоспорим факт при условията на района на Пловдив. Те са доказани от анализите на метеорологичните елементи на климата, индексите за засушаване и изследванията на системата „почва-растение-атмосфера” (Славов и др.2003; Koleva and Alexandrov, 2008; Попова, 2007; 2008; 2011; Александров (Ред.), 2011; Попова (Ред.), 2012; Gregorič (Ed), 2012; Popova et al., 2013, 2014; Попова и др., 2013).Получените резултати показват, че през последните 35 години в Пловдивско лятото е било значително по-сухо и по-топло в сравнение с предишните 34г. Целта на настоящото изследване е да установи въздействието на колебанията и промените на климата в Пловдивско през 1951-2004г върху нетните напоителни норми и добивите от неполивна царевица късни и средно-ранни хибриди, отглеждани на алувиално-ливадни почви (използваем воден запас ***TAW***=116mm m^{-1}) и излужени смолници (***TAW***=173mm m^{-1}). За целта е приложен

валидираният симулационен модел на баланса на водата и въздействието на водния стрес върху добивите WINISAREG (Pereira et al., 2003; Popova et al, 2006a; 2006b; 2011).

Материал и методи

Климатът в района на Пловдив, Горно-Тракийска низина, е преходно континентален. Валежите са високи през пролетта и намаляват през критичните за развитието на царевицата месеци юли и август. Вариацията им е съществена: през влажните сезони (***P***=10%) сумата за юли достига 120 mm, а през сухите (***P***=90%) е едва 10 mm (Попова (Ред), 2012). Средномесечните стойности на еталонната евапотранспирация ***ETo-PM*** (mm day^{-1}) (Allen et al. 1998) следват сезонен ход на изменение с максимум през юли и август (5.3 и 4.8 mm day^{-1}), когато валежите варират значително и стандартното отклонение 1.28σ е 40-70 mm (Фиг.1). Обратно, изпарителната способност на атмосферата ***ETo*** се колебае в тесни граници (0.1-0.7 mm day^{-1}), което следва от доверителния интервал с ниво на вероятност 80%.



Фиг. 1. Средномногогодишни месечни валежи (mm) (a) и еталонна евапотранспирация ET_o-PM (mm day^{-1}) (b) (□); ограничителните черти показват стандартното отклонение 1.28σ, 1951-2004г.

Механичният състав и водно-физичните свойства на разглежданите почвени профили се различават съществено. **Излужената смолница** е слабопропусклива с леко глинест механичен състав (Качинский, 1985) и висока водозадържаща способност от 173 mm m^{-1}(Енева, 1993; Попова, 1990; Popova et al., 2006a)**.** Съставена от 54-58% (0-50cm) до 65% (50-130cm) глина (табл.1). Хидравличната проводимост при насищане се колебае от 8.0 cm day^{-1} в повърхностния хоризонт до 1-3.3 cm day^{-1}в почвения слой 60-100 cm.Почвата в ОП Цалапица е **алувиално-ливадна** с нисък използваем воден запас (***TAW***=116 mm m^{-1}) (Върлев и Попова, 1999; Popova and Pereira, 2011). Състои се основно от пясък – от 68% за повърхностния до 53% и по-ниско разположените хоризонти. Съдържанието на физическа глина е от 9% до 22% (табл.1). Хидравличната проводимост при насищане се колебае от 62-82 cm da^{-1} до 10 cm day^{-1} в глинестия почвен слой 60-100 cm (табл.1).

Таблица 1. Механичен състав, водно-физични свойства и хидравлична проводимост на почвата при насищане (Ksat), ОП Цалапица и Пъстрен

	Дълбочина	Об. плътност	Текстурен клас	Почвени частици с размери, % (FAO, 1990)			Ksat	Съдържание на вода в почвата, cm^3	
	cm	g cm^{-3}		Глина <0.002	Прах 0.002-0.05	Пясък 0.05-2.00	cm d^{-1}	ППВ	ВЗ
Цалапица	0-30	1.64	SL	9.3	23.1	67.6	62.2	0.26	0.08
	30-60	1.60	SL	13.0	22.1	64.9	82.3	0.22	0.10
	60-100	1.50	SCL	22.3	24.7	53.0	10.3	0.27	0.20
	100-150	1.60	SL	17.0	23.1	53.9	62.2	0.24	0.14
Пъстрен	0-26	1.23	C	53.5	33.7	12.8	7.9	0.42	0.25
	26-50	1.28	C	58.0	32.0	10.0	3.3	0.50	0.33
	50-80	1.34	C	60.3	27.7	12.0	0.8	0.51	0.34
	80-130	1.42	C	66.0	28.1	5.9	1.1	0.46	0.27

SL=sandy loam и SCL=sandy clay loam texture

WinISAREG (Pereira et al., 2003) е симулационен модел на поливния режим и баланса на водата. Входни данни за климата са валежите и еталонната евапотранспирация (***ETo***). Данните за почвата се отнасят за многослоен профил и включват пределна полска влагоемност (***ППВ***) и влажност на завяхване (***ВЗ***) (табл. 1), от които е изчислен използваемия воден запас ***TAW***. Параметрите растението, коефициенти на културата (***Kc***) и оптимална степен на изчерпване на водния запас без предизвикване на воден стрес (***p***) за основни фази на развитието й, са определени от Popova et al. (2006a) и Popova and Pereira (2011) (табл. 2).

Таблица 2. Фази на развитие и параметри на моделиране: коефициенти на културата Kc и степен на изчерпване на водата без стрес p при алувиално-ливадна и излужена смолница

Фази на развитие	Дата	K_c	p	
			Fluvisol	Vertisol
Начална	30/04 to 19/05	0.3	0.8	0.46
Ускорено развитие	10/07 to 26/07	1.26	0.66	0.6
Пълна зрелост	30/09(harvest)	0.23	0.8	0.78

Реалната евапотранспирация ***ETa*** е изчислена от потенциалната ***ETmax*** в зависимост от съдържанието на достъпна вода в почвата. Евапотранспирацията ***ETmax*** е изчислена чрез подхода на коефициента на културата (***ETmax= Kc ETo***) (Doorenbos and Pruitt, 1977). Моделът приема обновената методология за изчисляване на евапотранспирацията и нуждите от напояване на културата (Allen et al.,1998). Помощна програма изчисляват еталонната ***ETo-PM***, включително при използването на алтернативни методи, когато някои данни за променливите на климата

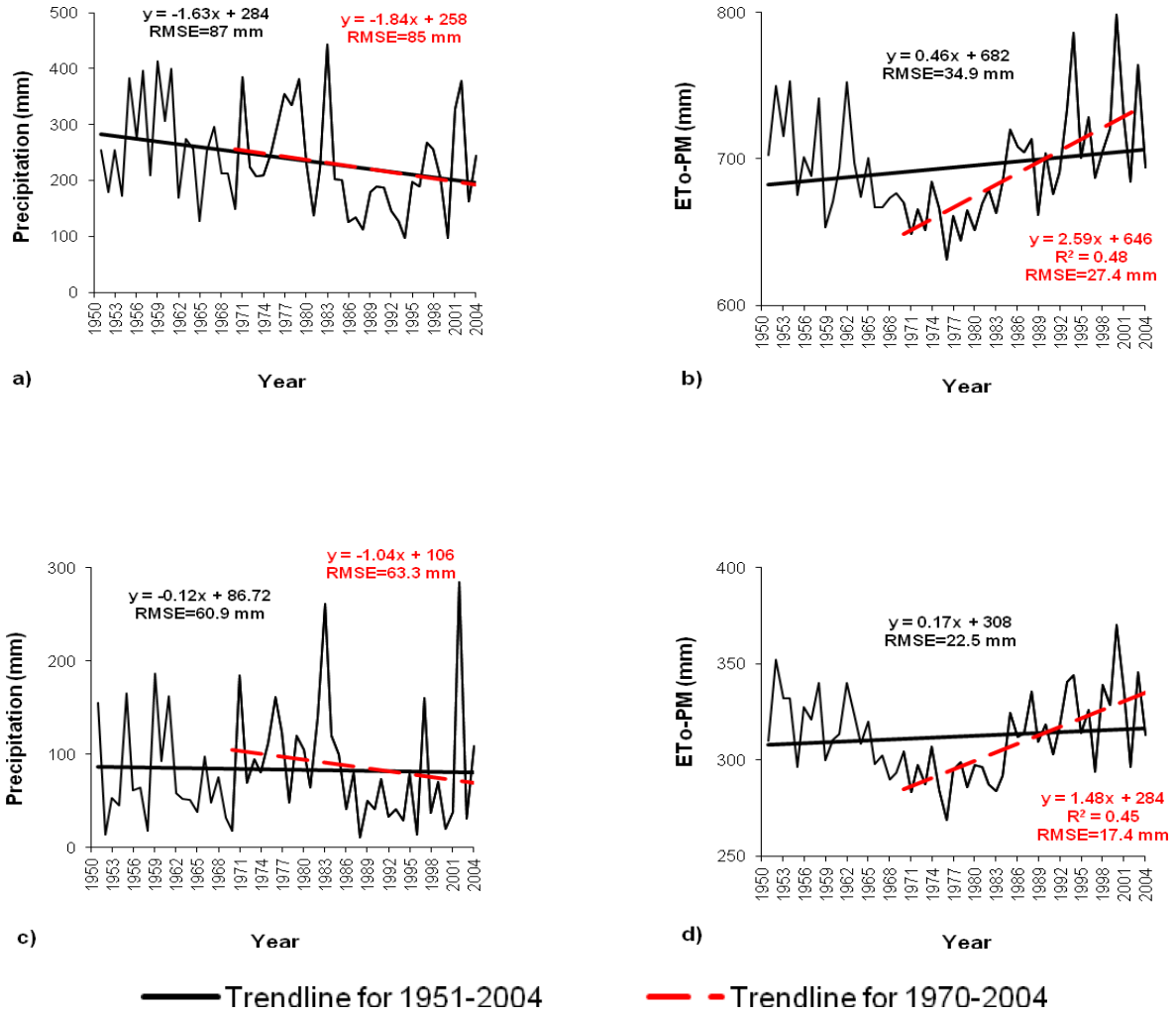
липсват.Въздействието на водния стрес върху добива се определя чрез еднофазовия модел ***RYD***=(1-Ya/Ymax)= ***Ky***(1-ETa/ETmax)(Stewart et al., 1977; Doorenbos & Kassam, 1979). Разгледани са хибриди царевица с различна чувствителност към воден стрес: средно ран *Пионер P37-37* с фактор на добива ***Ky***=1.2 (Popova et al., 2011) и късен *H708* с ***Ky***=1.6 (Попова и Иванова, 2012). Симулираните варианти включват изчисление на: (a) воден баланс и ***RYD*** при неполивни условия и (b) нетната напоителна норма ***NIR***.Използвани са хомогенизирани редици от средно месечни стойности за максималните и минимални температури на въздуха Tmax и Tmin и месечните суми на валежите за периода 1951-2004г. В този случай на ограничени данни *ETo-PM* е изчислена по препоръчаните от ФАО процедури след съответната им валидацията за Горнотракийската низина (Popova et al., 2006b; Попова, 2008).

Резултати и обсъждане

Данните за сумите на *ETo–PM* и валежи за периодите „май-септември" и „юли-август" са подложени на статистически анализ на тенденция за настоящия (1970-2004 г) и целия (1951-2004 г) разглеждан период (фиг.3). Резултатите включват коефициент на детерминация R^2, стандартна грешка на прогнозата ***RMSE***, mm, и ъглов коефициент ***b***, характеризиращ величината на тенденция. По отношение на периода 1970-2004г, евапотранспирацията ***ETo–PM*** „май-септември"показва тенденция към нарастване с ъглов коефициент ***b***= 2.6 mm yr^{-1} (R^2=0.5) (Фиг.3b), който е максимален от установените за страната (Попова и др., 2014).През поливния сезон „юли-август" величината на тенденцията ***b*** е 1.5 mm yr^{-1} (Фиг.3d). Следователно за последните 35 години, в резултат на промените на климата, изпарителната способност на атмосферата ***ETo*** е нараснала средно с 55 mm през поливния сезон в района (Фиг.3d), а разликата в евапотранспирацията ***ΣETmax***=*KcmidΣETo* между началото и края на разглеждания период е 70-80 mm. Когато тестът се приложи за целия разглеждан период (1951-2004 г), коефициентът ***b*** намалява на ¼ (Фиг.3b), т.е. налице е силно влошаване на климатичните условия през последните 35г в района. Обратно на *ETo*, вегетационните валежи „май-септември" намаляват през периода 1970-2004г средно с -1.8 mm yr^{-1} (Фиг.3a), което се дължи основно на промени през месеците юли и август (Фиг.3c). Следователно районът на Пловдив, за който тенденцията към нарастване на *ETo* се съчетава със значителни колебания и намаление на валежите, е застрашен в голяма степен от сезонно засушаване при настоящия климат.

На фиг. 4 са сравнени резултатите от симулациите за относителните загуби на добив ***RYD, %,*** от неполивна царевица къснo (H708) и средно ранни (P37-37) хибриди за миналия (1952-1984г) и настоящия (1970-2004г) период. Фигури 4a и 4c се отнасят за алувиално-ливадната почва с ***TAW***=116mm m^{-1}, а фигури 4b и 4d - за влагоемката излужена смолница с ***TAW***=173mm m^{-1}. За целта са използвани данни за *ETo-PM* и валежи, както и калибрираните параметри от табл. 1 и 2. Загубите ***RYD*** са най-високи при отглеждането на царевица къснo хибриди (***Ky*=1.6**) на алувиално-ливадните почви с нисък водозадържащ капацитет през периода 1970-2004г, когато през сухите години (P_{RYD}<10%) добив практически не се получава (фиг. 4a). През миналия период 1952-1984г загубите ***RYD*** са с около 10 до 15% по-ниски от тези през настоящия, като през средните години (40<P_{RYD}<75%) се изменят в граници от **50 до 70%** от потенциалния

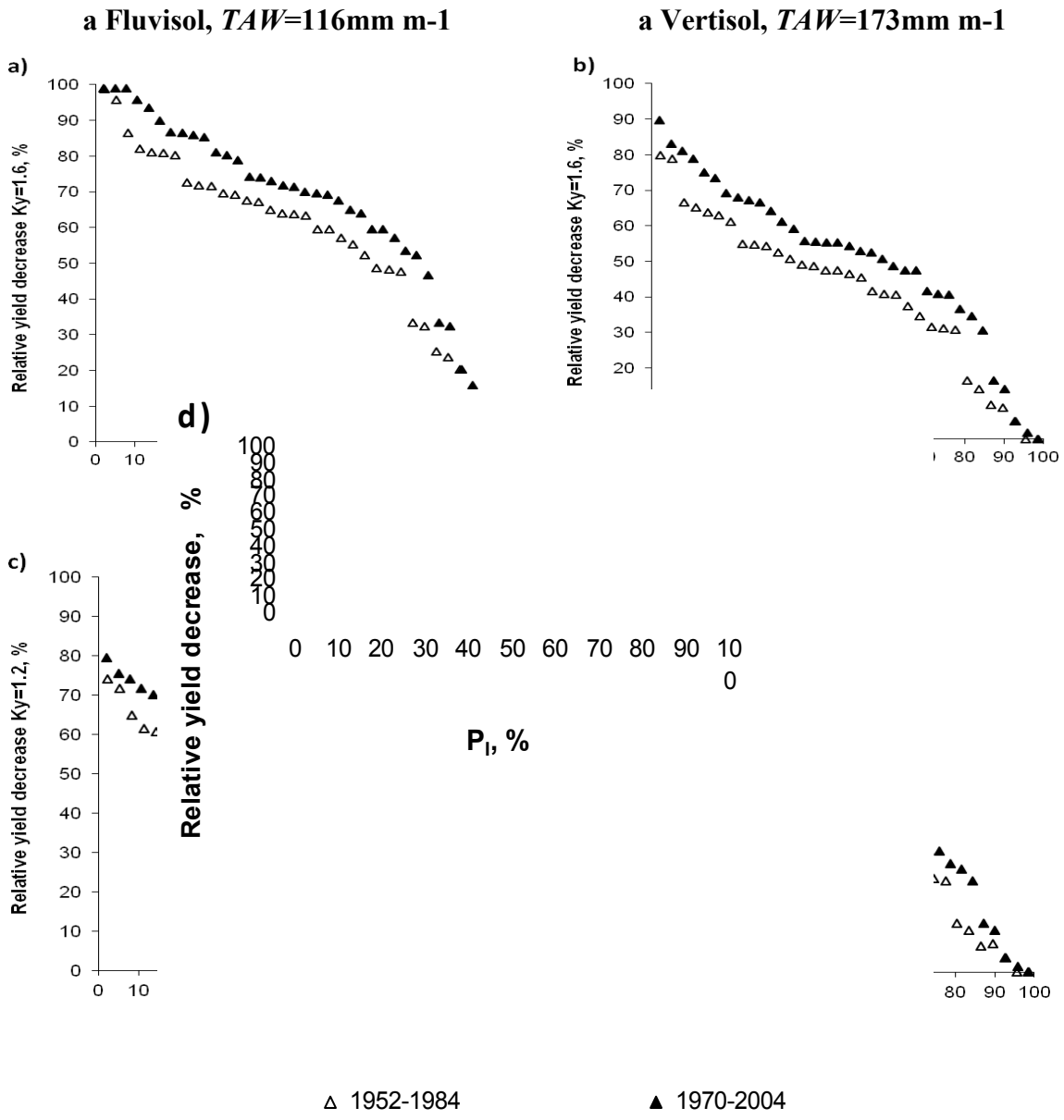
добив, а през сухите (P_{RYD} <10%) нарастват до **85-95%** (фиг. 4a). Влиянието на промените на климата върху добивите от неполивна царевица е смекчено при устойчивите на засушаване средно-ранни хибриди (**Ky=1.2**), при които ***RYD*** не надвишават 80% през най-сухата година. За дадено ниво на обезпеченост разликите между ***RYD*** през двата периода са под 5% (фиг. 4c).



Фиг. 3. Колебания и тенденции на: сумите на валежите (mm) (a и c) и еталонната евапотранспирация ETo-PM (mm day^{-1}) (b и d) за „май-септември" (a и b) и „юли-август" (c и d)

При отглеждането на царевица без напояване на смолници с висок ***TAW*** (**173mm m^{-1}**) (фиг. 4b и 4d) загубите на добив ***RYD*** са по-ниски с около 10% в сравнение с установените на алувиално-ливадните почви през сухите, средните и средно влажните години с P_{RYD} < 85% (фиг. 4a и 4c). Най-ниски ***RYD*** са установени при царевица средно-ранни хибриди, отглеждана на излужена смолница (фиг. 4d): ***RYD*** са **0-10%** през влажните ($P_{RYD} \geq 90\%$), **30-40%** през средните ($40<P_{RYD}<75\%$) и достигат **60-70%** от потенциалния добив през сухите години с P_{RYD} <10%. На фиг. 5 са сравнени резултатите за нетните нужди от напояване на царевицата ***NIR*** **(mm)**, изчислени за

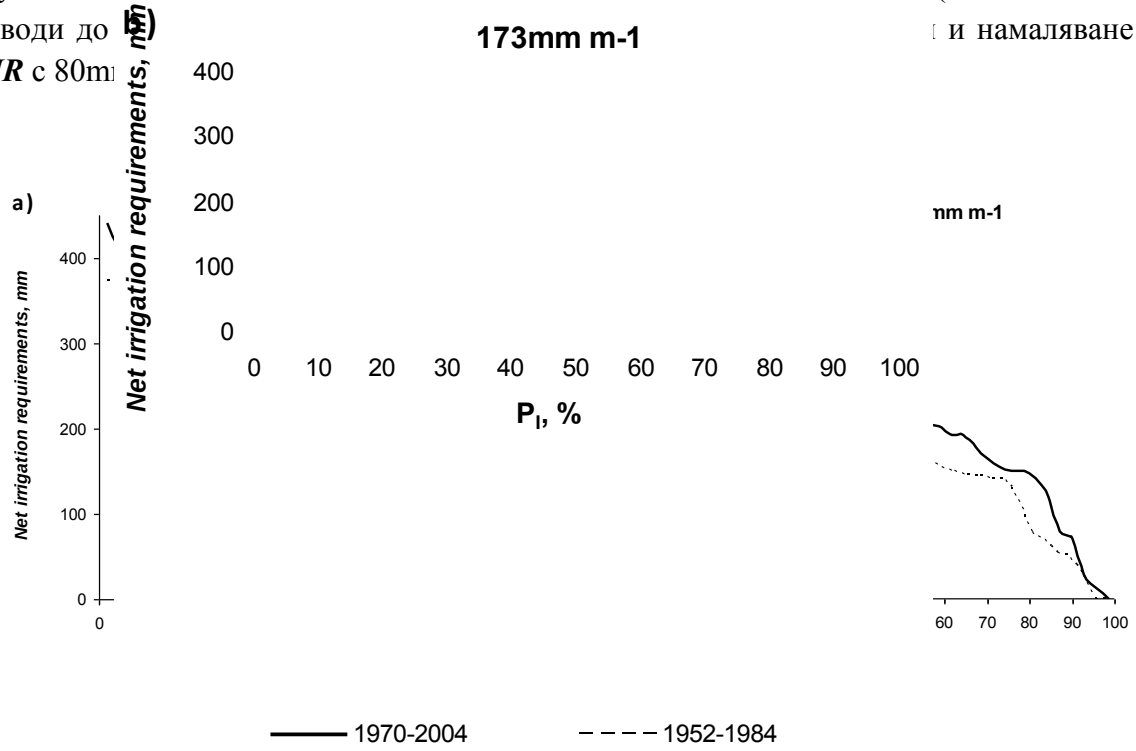
почви с нисък (*TAW*=**116**mm m^{-1}) и висок (TAW=**173**mm m^{-1}) водозадържащ капацитет за миналия (1952-1984г) и настоящия (1970-2004г) период.



Фиг. 4. Сравняване на кривите на обезпеченост на относителното намаление на добива от неполивна царевица, RYD,%, късни (a и b) и средно-ранни (c и d) хибриди за периодите 1952-1984г и 1970-2004г при: a) и c) алувиално-ливадни и b) и d) излужени смолници

На алувиално-ливадните почви през периода **1952-1984г** напоителните норми ***NIR*** се изменят от 0-50mm през най-влажните ($P_I \geq 95\%$) до 180-240mm през средните години ($40<P_I<75\%$) и достигат 370mm през най-сухите сезони ($P_I<5\%$) (фиг. 5a). В сравнение с 1952-1984г, през настоящия период 1970-2004г, в резултат на тенденциите към нарастване на температурите на въздуха и *ETo-PM* и намаление на валежите през месеците на усилено юли и август (фиг. 3) (Попова и кол., 2013; Popova et al., 2014, Попова и кол., 2014), нуждите от напояване ***NIR*** са нараснали с около **30-40 mm** през средните ($40<P_I<75\%$) и **70 mm** през сухите години ($P_I<25\%$) (фиг. 5b). За разлика от

алувиалната почва, отглеждането на царевица на излужена смолница (***TAW*=173mm m^{-1}**) води до [illegible] и намаляване на ***NIR*** с 80m[illegible]



*Фиг. 5. Сравняване на кривите на обезпеченост на нетната напоителна норма, **NIR**, mm, за периодите **1952-1984г** и **1970-2004г** при: **a)** алувиално-ливадна (TAW=116mm m^{-1}) и **b)** излужена смолница (TAW=173mm m^{-1}*

Заключение

Най-високи загуби на добив от неполивна царевица и напоителни норми за преодоляване на щетите от суша са установени за периода 1970-2004г при късните хибриди, отглеждани на почви с нисък водозадържащ капацитет. В сравнение с 1952-1984г, загубите на добив са се увеличили с 10% и са достигнали 100% през сухите.

Нетните нужди от поливна вода на царевица при почви с *TAW*=116mm m^{-1} се изменят от 50 до 370 mm през миналия период 1952-1984г. През периода 1970-2004г напоителната норма нараства на 450 mm през най-сухата година. При смолниците нормите са с 60 mm по-ниски.

Най-ниски загуби на добив, респект. напоителни норми, са изчислени при комбинацията“средно-ранни хибриди-излужени смолници”,когато през средните години на периода 1970-2004г се губят 30-40% от потенциалния добив, а през сухите - 70%.

Литература

Александров В. (ред). 2011. Методи за мониторинг, оценка и въздействие на сушата в България. С, стр. 216

Върлев И. и З. Попова. 1999. Вода-евапотранспирация-добиви. ИХМ, С, стр. 144

Енева, Ст., 1993, Продуктивност и ефективност на водата при оптимално напояване и при воден дефицит на някои полски култури.Хабил.тр. ст.н.с.I ст.,Спец.съвет ОЗ ВАК, С.

Качинский, Н.А. 1958. Механический и микроагрегатныĭ состав почвы. Методы и его изучения, Москва.

Попова З. 2007. Хипотетични прогнози за влияние на промяната на климата върху поливните режими и добивите в Южна България. Водно дело.1/2:26-32.

Попова З. 2008. Оптимизиране на поливния режим, добивите и влиянието им върху околната среда чрез симулационни модели. Дисертационен труд за дн, ИП"Н.Пушкаров", С., стр. 326

Попова З. 2011. Уязвимост към засушаване и необходимост от напояване оценени на основата на моделни симулации. Селскостопанска наука, год.XLIV, №1:7-21

Попова З. (Ред). 2012. Оценка на риска от засушаване в земеделието и управление на напояването чрез симулационни модели.ИП Н. Пушкаров, 244 стр. ISBN 978-954-394-080-6

Попова З. и М. Иванова. 2012. Валидация на фактора на добива Ky при неполивна царевица. В Попова З. (Ред). 2012. Оценка на риска от засушаване в земеделието и управляване на напояването чрез симулационни модели:8-14

Попова З., М. Иванова, Д.Мартинс, Л. С. Перейра, М. Керчева, В. Александров, К. Донева, 2013. Засушаване и климатични промени в България: тенденции и въздействия върху агросистемата на царевицата, Селскостопанска наука, 46 (№1):19-30

Попова З., М. Иванова, В. Александров К. Донева, 2014. Еталонна евапотранспирация ETo-PM и засушаване в равнините на България – (2) анализ на тенденциите. Втора научна конференция„Теория и практика в земеделието" Юндола: 210-218.

Славов Н., Е. Колева, В. Александров. 2003. Климатични особености на засушаването. В: И. Раев, Knight C.G.,М. Станева (Ред.) Засушаването в България: съвременен аналог за климатични промени.Природни, икономически и социални измерения на засушаването 1982-1994г,БАН,С.:39-52

Allen R.G, L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome.

Doorenbos J., W. O. Pruitt. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Rome, p.144

Doorenbos J.,A.H. Kassam. 1979.Yield Response to Water.Irr. and Drain.Paper 33, FAO, Rome, p.193

Gregorič G. (Editor). 2012. Drought management centre for South-east Europe – DMCSEE Summary of Project results, p.55, Published by Slovenian Environmental Agency

Koleva E., V. Alexandrov. 2008. Drought in the Bulgarian low regions during the 20th century. Theoretical and Applied Climatology, 92: 113-120

Pereira L. S., P. R. Teodoro, P. N. Rodrigues, J. L. Teixeira. 2003. Irrigation scheduling simulation: the model ISAREG, in Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions, G. Rossi, A. Cancelliere, L. S. Pereira, T. Oweis, M. Shatanawi, A. Zairi (Eds.) Kluwer, Dordrecht:161-180

Popova Z., Eneva S., Pereira L.S. 2006a Model validation, crop coefficients and yield response factors for irrigation scheduling based on long-term experiments. J.of Biosystems Engineering.95 (1), 139-149

Popova, Z., M. Kercheva, L.S. Pereira. 2006b. Validation of the FAO methodology for computing ETo with limited data.Application to South Bulgaria. Irrig. and Drain. 55,1:201-215.

Popova Z. and L.S. Pereira. 2011. Modelling for maize irrigation scheduling using long term experimental data from Plovdiv region, Bulgaria. Agric. Water Management. 98 (4):675-683.

Popova Z., M.Ivanova, P. Alexandrova, V. Alexandrov, K. Doneva, L.S.Pereira 2011. Impact of drought on maize irrigation and productivity in Plovdiv region. Нац. конф.“100 години почвознание в България”,ИП Н.Пушкаров. Papers,1: 394-399.

Popova Z., M. Ivanova, L.S. Pereira, V. Alexandrov, K. Doneva, P. Alexandrova, M. Kercheva. 2012. Assessing drought vulnerability of Bulgarian agriculture through model simulations. J.of Env.Sci. and Eng. B, 1 /8:1017-1036 ISSN 1934-8932

Popova Z., M. Ivanova, D. Martins, L.S. Pereira, K. Doneva, V. Alexandrov, M. Kercheva, 2013. Drought and climate variability impacts on Bulgarian agriculture: the case of rainfed maize, In N. Lamaddalena, M. Todorovic, L.S. Pereira (Eds.) 1st CIGR Inter – Reg. Conf. on Land and Water Challenges, Water, Environment and Agriculture: challenges for sustainable development, FULL PAPERS (USB) Book of abstracts: p. 191-193, Bari

Popova Z., Ivanova M., Martins D., Pereira L.S., K. Doneva, Alexandrov V., Kercheva M., 2014. Vulnerability of Bulgarian agriculture to drought and climate variability with focus on rainfed maize systems, Natural Hazards, Springer Science+Business Media Dordrecht:74 (2):865-886

Stewart J.L., R.J. Hanks, R.E. Danielson, E.B. Jackson, W.O. Pruitt, W.T.Franklin, J.P. Riley, R.M. Hagan. 1977. Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. Utah Water Res. Lab. Rep. PRWG151-1, Utah St. Univ., Logan.

ВЛИЯНИЕ НА ФЕНОЛОГИЧНИ, АГРОТЕХНИЧЕСКИ И ПОЧВЕНО-КЛИМАТИЧНИ ФАКТОРИ ВЪРХУ ЕНЕРГИЙНИЯ ЕКВИВАЛЕНТ НА СЕЛСКОСТОПАНСКИ КУЛТУРИ

Станимир Стойнов, Милена Керчева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

INFLUENCE OF PHENOLOGICAL, TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL FACTORS ON ENERGY OF AGRICULTURAL CROPS

Stanimir Stoinov, Milena Kercheva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The energy equivalents of biomass components of wheat, maize, rye and sunflower were determined by a bomb calorimeter. The crops were grown in different soil, climatic and agrotechnical conditions. The phenological stages and genetic characteristics of crops have more pronounced effect on variability of the energy equivalents of plant organs than the applied agrotechnics.

Key words: energy conversion factor, agricultural crops, bomb calorimeter

Увод

Способността на агрофитоценозите да усвояват и акумулират слънчева радиация зависи от генетичните им особености и условията на развитие. Енергийни оценки на културите се използват като критерий за ефективност на различни фактори при селскостопанското производство, като гъстота и геометрия на посева (Стоянов и кол., 1978; 1981), напояване (Александрова, 1990), обработка на почвата (Нанков, Глогова, 2004), торене и сеитбообращение (Котева, 1996; Стойнев и Митова, 1996; Тонев, 1997; Митова, 1997; Кирчев, 2005; Николова и кол., 2006; Христов и кол. 2010;), внасяне на биовъглен (Манолова и кол. 2014). Информацията за енергийната продуктивност на културите се използва и при анализа на потенциалното използване на биомасата за биоенергия (Крумов, Благоева, 2011). Често за оценка на енергийната ефективност на културите се използват средни стойности за енергийния еквивалент (Тонев, 1997; Clarke et al, 2011). Тонев (1997) обобщава информацията за енергийни еквиваленти за единица продукция от основни селскостопански култури в страната: за царевица – 19.50 $MJ.kg^{-1}$ зърно и 13.33 $MJ.kg^{-1}$ листно-стъблена маса; за пшеница – 17.26 $MJ.kg^{-1}$ зърно и 15.80 $MJ.kg^{-1}$ слама; за слънчоглед – 27.28 $MJ.kg^{-1}$ семе и 10.90 $MJ.kg^{-1}$ пити. Средни енергийни еквиваленти на абсолютно сухо вещество на тритикале зърно – 18.60 $MJ.kg^{-1}$ и слама – 17.42 $MJ.kg^{-1}$ са определени от Кирчев (2005) чрез микропроцесорен калориметър KL 11 Mikado.

Целта на настоящото изследване е да се определи влиянието на фенологични, агротехнически и почвено-климатични фактори върху варирането на измерения с бомбов калориметър енергиен еквивалент на основни селскостопански култури.

Материал и методи

Енергията на биомасата е определена по органи с помощта на калориметричен метод. Използувана е бомбов калориметър - система Gallenkamp. Анализът се извършва, като определено количество от пробата се запалва електрически и се изгаря в богата на кислород среда в бомбата. Максималната температура в бомбата се измерва от термодвойка и галванична система. Всяко определение е извършено в трикратна повторност при допустима грешка от 2%, след изсушаване на пробите при 60ºС. Получените резултати са преизчислени към абсолютно сухо вещество без да се отчита ендотермичния ефект на хигроскопичната влага.

Анализирани са растителни проби от:

- листа, стъбла и кочани по фенофази на царевица, хибриди Н708 и Кнежа 530, от опит проведен на Алувиално-ливадна почва в опитно поле с. Цалапица, Пловдивско през 1986 г.;

- листа, стъбла, пита, семе по фенофази на слънчоглед, сорт Пионер, от производствен участък на Делувиално-ливадна почва, с. Горни Лозен, Софийско през 2013 г.;

- листа, стъбла, клас по фенофази на зимна пшеница, сорт Карпатия, от производствен участък на Делувиално-ливадна почва, с. Горни Лозен, Софийско през 2013/2014 г.;

- зърно и слама на пшеница, производствен участък при контрола и 7 варианти на торене - N_{13}, P_{11}, K_{10}, $N_{13}P_{11}$, $N_{13}K_{10}$, $P_{11}K_{10}$, $N_{13}P_{11}K_{10}$ върху Сива горска почва (с. Горско Сливово, Ловешко) и - N_{14}, P_{10}, K_6, $N_{14}P_{10}$, $N_{14}K_6$, $P_{11}K_6$, $N_{14}P_{10}K_6$ върху Смолница (гр. Поморие, Бургаско) през 2011 г.

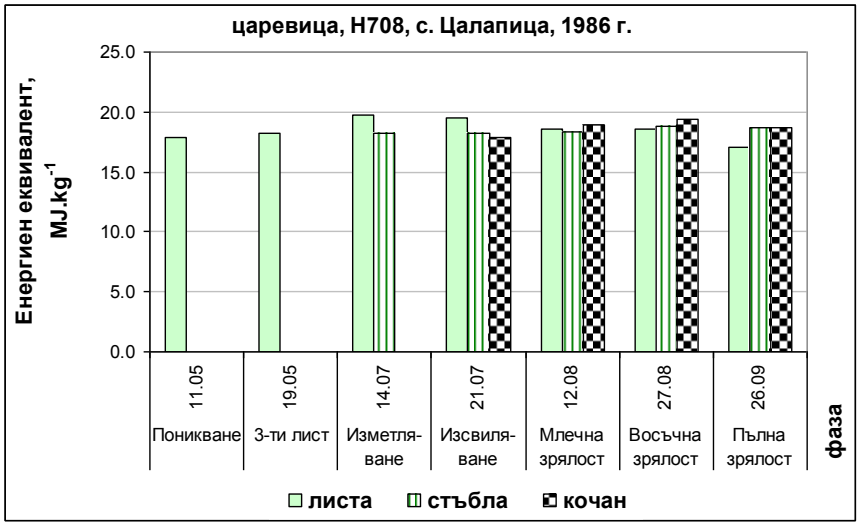
- зърно и слама на ръж, последействие от различни варианти на азотно торене при отглеждане на царевица, Алувиално-ливадна почва, от опитно поле с. Цалапица, Пловдивско, през 2012 г.

Резултати и обсъждане

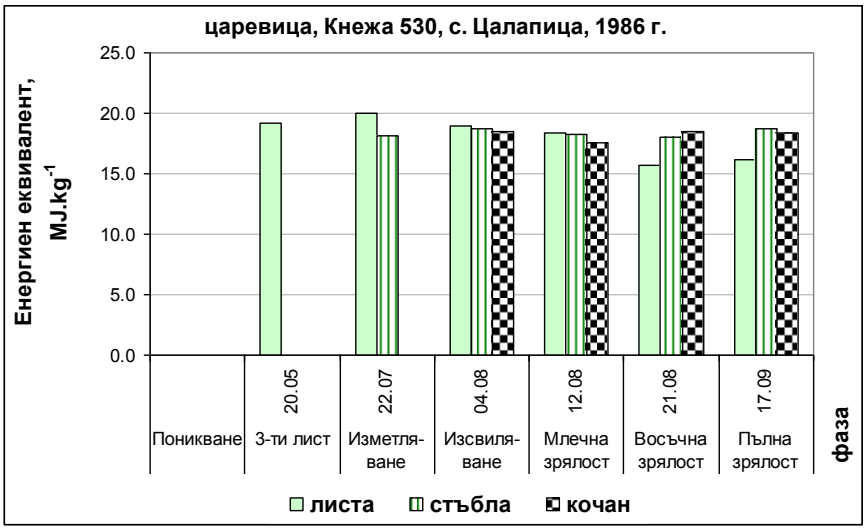
Получените резултати от калориметричното определяне на енергетичната стойност за килограм абсолютно сухо вещество на надземните вегетативни органи в зависимост от фазата на развитие на царевица, пшеница и слънчоглед са представени на Фигури 1 и 2, а средните стойности и варирането през вегетационния период е представено в Таблица 1.

По време на вегетацията на царевицата, ходът на енергетичните нива на биомасата на листата при изследваните два хибрида – Н708 и Кнежа 530 в опитно поле с. Цалапица, Пловдивско, е подобен (Фигура 1a, b). Максималната стойност и при двата хибрида е във фаза изметляване. В следващите фази се наблюдава енергийно обедняване на листната биомаса, особено силно подчертано при хибрид Кнежа-530. От получените енергийни стойности на биомасата на стъблата се вижда, че при Н-708 максимумът е във фаза млечна зрялост, докато за Кнежа-530 той е във фаза изсвиляване. Варирането на енергийния еквивалент на стъблата и при двата хибрида е значително по-малко (коефициент на вариация Cv=1.5 и 1.8%) в сравнение с листната биомаса (Cv=4.9 и 9.7%) (Таблица 1). Енергийната стойност на биомасата на кочаните и за двата хибрида достига максимална стойност във фаза млечна зрялост. От хода на

енергетийния еквивалент (фиг. 1a и b) и динамиката на натрупване на биомаса (Стойнов, Етрополски, 1992), може да се заключи, че периодите на по-интензивно натрупване на органична маса са съпроводени с енергийно обедняване на отделни органи. За хибрид Н-708 това е периодът от изметляване до млечна зрялост. При Кнежа-530 интензивното натрупване на биомаса до фаза млечна зрялост е свързано с енергийно обедняване дори на репродуктивните органи.



a)



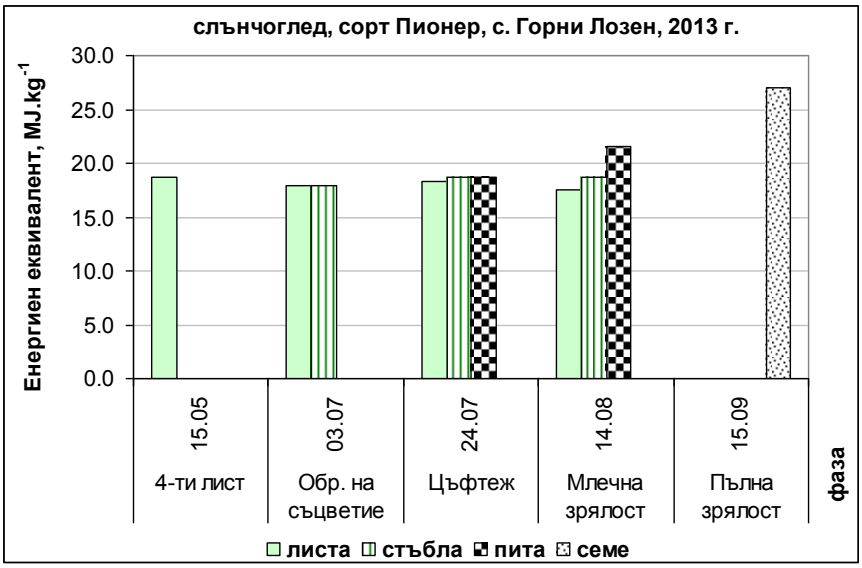
b)

Фиг. 1. Енергиен еквивалент на царевица хибрид Н708 (a) и Кнежа -530 (b) по органи и фази на развитие на културата, опитно поле с. Цалапица, Пловдивско

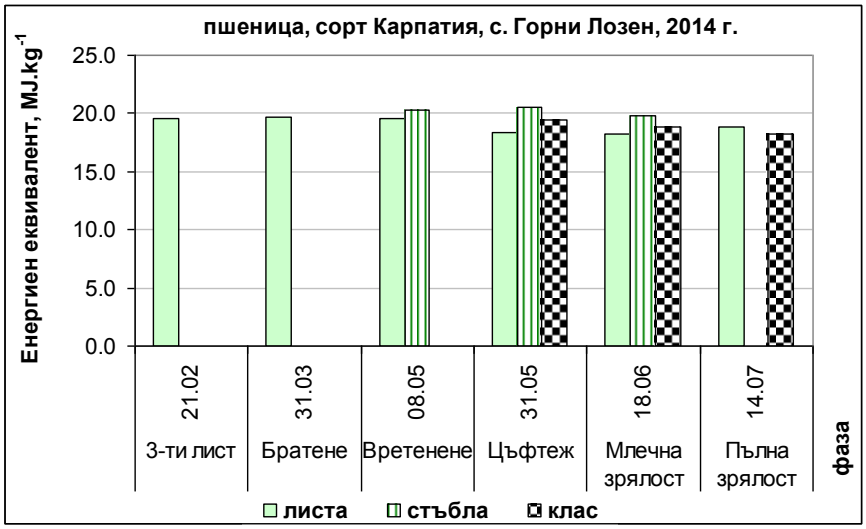
Подобни закономерности се наблюдават в хода на енергийния еквивалент по време на вегетацията на пшеница върху Делувиално-ливадна почва в с. Горни Лозен, Софийско (Фигура 2b). От 3-ти лист до вретенене енергийният еквивалент на листата е сравнително постоянен около 19.6 MJ.kg^{-1}, след което при цъфтежа се установява енергийно обедняване на биомасата на листата на пшеницата до 18.6 MJ.kg^{-1}. И тук

варирането на енергийния еквивалент през вегетацията е най-ниско при стъблата – Cv=1.7%.

При слънчогледа съществено увеличение в енергийния еквивалент на питите се наблюдава при преминаване от фаза цъфтеж във фаза млечна зрялост (Фигура 2а).



a)



b)

Фиг. 2. Енергиен еквивалент на слънчоглед сорт Пионер (a) и пшеница сорт Карпатия (b) по органи и фази на развитие на културата, с. Горни Лозен, Софийско

Получените средни стойности за енергийния еквивалент (E) на семето на слънчогледа 27.0 MJ.kg^{-1} съвпадат с установените от Тонев (1997). Средните енергийни еквиваленти на стъблата на царевицата, пшеницата и слънчогледа – 18.4, 20.2 и 18.5 MJ.kg^{-1} са значително по-високи от стойностите, препоръчани от Тонев (1997). Тази разлика се дължи на факта, че в настоящото изследване се използват стойности на енергиен еквивалент към абсолютно сухо вещество, а не при обичайното влажностно съдържание в зърното и сламата. При пшеницата установените в настоящото

изследване енергийни еквиваленти (Таблица 1 и 2) са близки до тези, измерени от Кирчев за абсолютно суха биомаса на зърно и стъбла от тритикале (Кирчев, 2005).

Таблица 1. Средни стойности и вариране (коефициент на вариация Cv, %, минимум и максимум) на енергийния еквивалент (E, MJ.kg^{-1}), измерен в течение на вегетационния период (по фази) на култури, отглеждани в различни почвено-климатични райони

Обект	Почвено различие	Култура, фатори	Орган	N	E, MJ.kg^{-1}		
				дати	средно	Cv, %	мин. - макс.
Цалапица/ 1986 г.	Алувиално-ливадна	царевица, H708	листа	7	18.5	4.9	17.1 - 19.8
			стъбла	5	18.4	1.5	18.2 - 18.8
			кочани	4	18.7	3.3	17.9 - 19.4
Цалапица/ 1986 г.	Алувиално-ливадна	царевица, Кнежа 530	листа	6	18.1	9.7	15.7 – 20.0
			стъбла	5	18.4	1.8	18.0 - 18.7
			кочани	4	18.3	2.4	17.6 - 18.5
Г. Лозен/ 2013 г.	Делувиално-ливадна	слънчоглед, сорт Пионер	листа	4	18.1	2.9	17.5 – 18.7
			стъбла	3	18.5	2.4	18.0 – 18.7
			пита	2	20.1	10.0	18.7 – 21.5
			семе	1	27.0		
Г. Лозен/ 2013/2014 г.	Делувиално-ливадна	Пшеница, сорт Карпатия	листа	6	19.0	3.4	18.3 – 19.7
			стъбла	3	20.2	1.7	19.9 – 20.5
			клас	3	18.8	3.2	18.2 – 19.4

Таблица 2. Средни стойности и вариране (коефициент на вариация Cv, %, минимум и максимум) на енергийния еквивалент (E, MJ.kg^{-1}), измерен в различни варианти на торене на пшеница, отглеждани в два почвено-климатични райони и в изравнителен посев от ръж.

Обект	Почвено различие	Култура, фатори	Орган	N	E, MJ.kg^{-1}			% пепел
				Варианти	средно	Cv, %	мин. - макс.	средно
Горско Сливово/ 2011 г.	Сива горска	пшеница	зърно	контрола	17.8			0.4
				K; NP	18.6		18.5 – 18.7	0.2
				N; P; NK; PK; NPK	18.2	0.9	18.0 – 18.3	0.3
			слама	8	20.2	1.8	19.8 – 20.7	4.1
Поморие/ 2011 г.	Смолница	пшеница	слама	8	19.2	1.5	18.8 – 19.7	6.5
Цалапица/ 2012 г.	Алувиално-ливадна	Ръж, последействие	класове	6	18.1	1.4	17.8 – 18.3	1.9
			слама	6	20.3	1.5	19.9 – 20.5	3.1

Данните за влиянието на торенето при отглеждане на пшеница показват статистически доказани по-ниски стойности на енергийния еквивалент на зърно в контролния вариант (17.8 MJ.kg^{-1}) в сравнение с вариантите със самостоятелно внасяне на калий и със съвместно внасяне на азот и фосфор (18.6 MJ.kg^{-1}). Останалите варианти на торене заемат междинни стойности. При сламата няма доказани разлики между вариантите на торене на пшеница в Горско Сливово (Сива горска почва) и Поморие (Смолница), но има доказани разлики в средните стойности на енергийния еквивалент на сламата между двата обекта 20.2 и 19.2 MJ.kg^{-1} . Съдържанието на пепел при

изгарянето на биомасата, както е установено и от други автори (Clarke et al., 2011) е по-високо при сламата (3-6.5%) в сравнение със зърното (0.2-1.9%). Енергийният еквивалент на сламата при пшеницата и ръжта е по-висок от този на зърното с около 2 $MJ.kg^{-1}$.

Заключение

Получените данни за енергийния еквивалент на пшеница, царевица, слънчоглед и ръж в различни райони, показват значително вариране на този показател за отделните органи на растенията по време на вегетацията. Тази информация е необходима за проследяване на ефективността на усвояване на слънчевата радиция през вегетацията на изследваните култури. Влиянието на торенето при изследваните случаи е по-слабо изразено в сравнение с генетичните особености на културата и почвено-климатичните условия.

Литература

Александрова П. Е. **(1990).** Микроклимат на царевица при поливни и неполивни условия. Автореферат на дисертация за присъждане на научна степен «кандидат на селскостопанските науки», НИПА «Н. Пушкаров».

Алиев С. А. (1978). Экология и энергетика биохимических процесов превращения органического вещества почв, ЭЛМ, Баку.

Кирчев Хр. (2005). Изследвания върху биологичните и стопански качества на нови сортове тритикале в зависимост от агроекологичните условия и азотното торене. Дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен “Доктор”.

Котева В. (1996). Енергиен баланс на торенето на ечемика отглеждан на излужена смолница в Югоизточна България. *Сп*. *Почвознание агрохимия и екология*, 4: 3-5.

Крумов В., В. Благоева. (2011). Почвозащитна и енергийна ефективност на Miscantus x giganteus отглеждан в условията на органично земеделие в района на Самоков, България. *В Научни доклади на международна конференция "100 години почвена наука в България"*, под ред. на И. Атанасов и кол. Изд. PSSE.: 554-558.

Кърдев, Т.Г. (1984). Енергетичният анализ – основен фактор за оценка на ефективността на технологиите при отглеждане на растенията**.** *Сп. Физиология на растенията*, 4: 56-61.

Манолова С., Г. Стоименов, В. Петрова. (2014). Енергийни характеристики на царевица торена с биовъглен. *Сп. Селскостопанска техника*, кн.2:.26-34.

Митова, Т. (1997). Енергийна оценка на минералното торене в четириполно сеитбообращение. *Сп. Растениевъдни науки*, 34: 52-57.

Нанков М., Л. Глогова. (2004). Изменение на добива и енергията при царевицата за зърно в зависимост от обработката и торенето. *Сп. Почвознание, агрохимия и екология*, 3: 38 – 41.

Николова Д., М. Борисова, И. Димитров. (2006). Енергийна продуктивност на полски сеитбообращения на излужена смолница. *Сп. Растениевъдни науки*, 43: 250-253.

Стойнев К., Т. Митова. (1996). Оценка на полски сеитбообращения въз основа на добива на суха маса, протеин и енергия. *Сп. Почвознание агрохимия и екология*, том III: 233-238.

Стойнов Ст., Хр. Етрополски. (1992). Разределение енергията на биомасата и агрофитоценоза от царевица. II Национална младежка научна конференция «Младежта и технологиите за преработка на зърното като храна за хората и фураж за животни» Костинброд, 22-23. X.1992 г. И-т по зърнени храни и фуражна промишленост.

Стоянов П., В. Желев, Хр. Етрополски. (1981). Биопродуктивност, листна повърхност и коренова система на царевични посеви с различна гъстота. *Сп. Растениевъдни науки*, год. XVIII, № 2, София.

Стоянов П., Хр. Мермерски, Л. Глогов, Хр. Етрополски. (1978). Биопродуктивност и енергетичен баланс на царевица, отглеждана при различна геометрия на посева. *Год. СУ*, т. 71, кн. 2.

Тонев Т. (1997). Брутна енергийна продуктивност на различни типове зърнени сеитбообращения в Добруджа. *Сп. Растениевъдни науки*, №3-4: 58-63.

Христов И., Е. Давидков, Д. Георгиев, В. Ангелова, П. Петров, Г. Цветанова. (2010). Добив на суха маса и енергийна продуктивност на културите в петполно сеитбообращение в зависимост от торенето. 20-та Юбилейна международна научна конференция, 3-4 юни, 2010, Стара Загора. Agricultural science. Plant studies, Volume I, 154-159.

Clarke S., P. Eng and F. Preto. (2011). Biomass Burn Characteristics. Factsheet. Order No11-033. AGDEX 737/120.http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/11-033.pdf

КАТЕГОРИЗИРАНЕ НА ЗЕМИТЕ ПО ПРИГОДНОСТ ЗА СТОПАНСКО И ПРОТИВОЕРОЗИОННО ПОЛЗВАНЕ

Вихра Стойнова, Илия Малинов, Светла Русева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: vihra.stoinova@gmail.com

CATEGORIZING THE LAND CAPABILITY FOR AGRICULTURAL AND SUPPORTING EROSION PREVENTIVE LAND USE

Vihra Stoinova, Iliya Malinov and Svetla Rousseva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Improvement of the classifications and methods applied for assessment of land capability for different types of use and different scales is permanently evolving. This is a basis for updating and refining the necessary information for better land reclamation, restoration and conservation. The paper presents results from application and assessment of two methods, namely classification and quantitative, with two levels of detail of the input information on the determinants for categorizing the land capability for effective economic and erosion preventive land use in the country. Values of the complex impact of diagnostic indicators, defining the land capability classes, consistent with the factors of potential water erosion, have been determined through the quantitative methods. It was found that the application of a validated model for calculating the potential erosion risk is more accurate for land categorization, compared to the grade system, where capability classes are determined according to the results based on expert-defined classification schemes.

Key words: erosion preventive land use, land capability, methods

Увод

Поради голямата пъстрота на почвената покривка в България, особено по отношение на мощност, каменистост и големите различия в надморската височина – показатели, изискващи по-голямо конкретизиране на критериите за отделните класове, за страната е възприета 8 степенна класификация на земите по пригодност за ефективно стопанско и противоерозионно ползване,във вариант близък до USDA класификацията (2009). При това класифициране, за разлика от райони с по-спокоен релеф и еднообразна почвена покривка, акцентът е поставен върху изискванията за опазване на почвите от ерозионна деградация.

Диагностичните показатели за първоначално определяне на класовете земи са: *податливостта на почвите на ерозиране, мощността на почвите* и *наклона на склона*, а **методите** за оценка на данните, т.е. подходите в определянето на самите класове, могат да бъдат идентифицирани като:

- Описателни методи, при които класовете по пригодност са описани само с думи.

▪ Класификационна (рейтинг) система за окачествяване и индексиране, при която класовете по пригодност се определят по отношение на сума от претеглени резултати, основани на дефинирани от експерти класификационни схеми.

▪ Количествени методи, при които отношенията между променливите са дефинирани с помощта на формули и уравнения, които описват зависимостите между основните променливи на моделираните процеси и са използвани за получаване на резултат или индекс, който определя класа по пригодност.

След 2000 година, на основата на ГИС и новите програмни продукти и технологи у нас са изградени и усъвършенствани модели за оценка на риска от площна водна и ветрова ерозия на почвата (Лазаров и др., 2002; Русева, 2002; Джоджов и др., 2005; Nikolov et al., 2007). Създаването на ГИС слоеве на основните фактори на площната водна и ветровата ерозия, които регистрират не само пространственото местоположение, но и съдържат подробна атрибутивна информация за отделните фактори, позволяват не само детайлизирането и усъвършенстването на **класификационния подход** за категоризиране на земите по пригодност, но и използването на **количествени** методи, при които отношенията между променливите са дефинирани с помощта на уравнение, чийто резултат определя съответния клас по пригодност.

Целта на разработката е да се направи анализ и съпоставка на двата метода – класификационен и количествен за категоризиране на земите по пригодност за цялата страна.

Материал и методи

***Класификационен метод (подход)* - д**иагностични показатели за първоначално определяне на класовете земи и начините на определянето им по този метод:

Податливост на почвите към ерозиране. Податливостта на почвите на ерозиране се определя на базата на съществуващата почвена информация (доклади, карти и допълнителни почвени профили). При дребно мащабното категоризиране на земите е използвана като основа Карта за податливостта към ерозиране на почвите в България, в дигитален вид (Русева, 2002, 2007; Русева и др. 2006. В настоящата работа са уточнени стойностно *границите за групиране на почвите* по този показател:

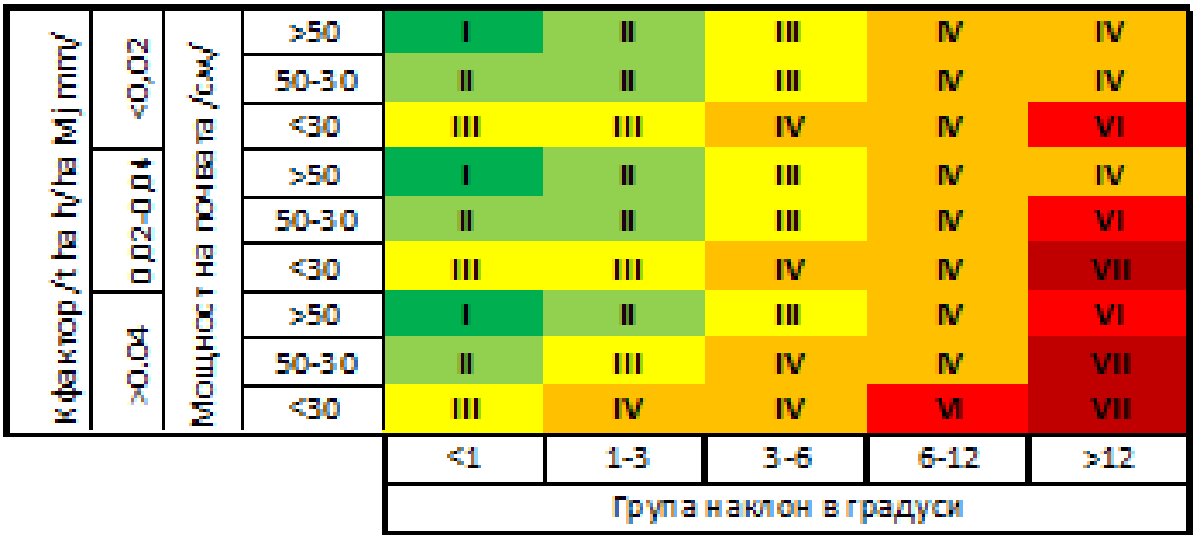
- ✓ Почви с много слаба и слаба податливост – $K_{фактор} \leq 0{,}02$ */t ha h/ha Mj mm/,*
- ✓ Почви със средна податливост – $K_{фактор}$ 0,02 – 0,04 */t ha h/ha Mj mm/,*
- ✓ Почви със силна и много силна податливост – $K_{фактор} > 0{,}04$ */t ha h/ha Mj mm/.*

Мощност на почвите. За целите на категоризирането на земите по пригодност бе възприето подразделяне на почвите според мощността им на 3 групи:

- ✓ Почви, с мощност > 50 cm,
- ✓ Почви, с мощност 50 – 30 cm и
- ✓ Почви, с мощност < 30 cm

Така информацията от дигиталната почвена карта в М1:400 000 може да се използва при дребно мащабното класифициране на земите, тъй като там почвите са диференцирани по мощност. Използвани са и почвени профили, характеризиращи почвените различия, където има достатъчно информация за мощността на почвения профил, хумусния и останалите почвени хоризонти.

Наклон на склона. За отчитане на топографията е използван цифров височинен модел на релефа DEM 50 - пикселна графика с растер (мрежа) 50 м. Отделени са и земите с надморска височина по-голяма от 1200 м. По този начин определителят („ключът“ по проф. Н.Ончев, 1983) за първоначално (общо) идентифициране на класовете, придобива вида, посочен на Фиг. 1.



Фиг. 1. Първоначално определяне на класовете земи по пригодността им за ефективно стопанско и противоерозионно ползване

В определителя не са дадени диагностични показатели за V и VIII клас – нуждаещи се от допълнителни данни. За другите класове определителят дава възможност само за първоначално (изходно) определяне, което по-нататък се уточнява от информацията за другите фактори, от които зависи използването на земята.

Количествен метод (подход). Факторите, които контролират проявяването и интензитета на *потенциалната водна ерозия* на почвата са **дъждовете**, **почвите** и **топографските** особености на терена. Диагностичните показатели, които се използват за първоначално определяне на класовете земи - ***податливостта на почвите на ерозиране, наклона на склона и ерозионност на дъждовете*** - определящи интензивността на потенциалната площната водна ерозия. Моделът за оценка на водната ерозия на почвата представлява географска информационна система (ГИС), интегрирана с адаптиран за условията на България модел за прогнозиране на вероятните средногодишни почвените загуби от ерозия (Николов, и др., 2007). Моделът (Фиг. 1) е разработен в САЩ за целите на противоерозионното проектиране (Wischmeier и Smith, 1965, 1978) и е известен като *Универсалното Уравнение за Почвените Загуби* (*Universal Soil Loss Equation – USLE*):

$$\mathbf{A = R\,K\,LS} \qquad (1)$$

Където: **A** са прогнозните средногодишни почвени загуби, $t\ ha^{-1}$, **R** е индексът за ерозионността на дъждовете, $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}y$, **K** е индексът за податливостта на ерозиране на почвата, $t\ ha\ h\ MJ^{-1}\ ha^{-1}mm^{-1}$, **LS** е топографският индекс.

Индекс за ерозионността на дъждовете ***R*** фактор – определен от адаптирания за условията на България (Rousseva, 2002) степенен модел, дефиниран от Richardson и

др. (1983). Получените средногодишни стойности са категоризирани в 8 класа за територията на България – от слабо до средно ерозионни (400 - 600 MJ mm / ha h) до много силно ерозионни (> 2000 MJ *mm / ha h)*.

Индексът за податливостта на почвата към ерозиране ***K-фактор*** -дефиниран като средногодишни почвени загуби (**A**) от единица **R** при стандартни условия на почва без растителност, обработвана по наклона на склон с наклон 5^0 и дължина 22 m. **K** може да се изчисли чрез номограмата на Wischmeier и съавтори (1971), адаптирана за условията в България от Русева (2002) за всяка почвено-картографска единица, т.е.за целите на изследването по отношение на параметъра ***податливост на почвите към ерозия,*** начина за определянето му и изходната информация са еднакви и при двата използвани метода – класификационен и количествен.

Топографски индекс ***LS*** - съчетава влиянието на наклона (s, %) и дължината (λ, m) на склона върху почвените загуби от ерозия. Факторът за наклона и дължината на склона е изчислен чрез формулата на Moore et al. (1993), в която LS съчетава влиянието на наклона на склона (θ, °) и специфична площ, от която се формира оттока (A_s,m^2/m) върху почвените загуби от ерозия:

$$LS = 1{,}4\left(\frac{A_S}{22.13}\right)^{0.4}\left(\frac{\sin(\theta)}{0.0896}\right)^{1.3} \qquad (2)$$

При оценката на риска от ерозия на почвата се използва константна стойност от 50 m^2/m за параметъра A_s (Русева, 2007; Van der Knijff и др., 2000). За определяне на ***LS*** ***фактор*** е използван цифров модел на терена DEM 50, от който със средствата на ArcMap10 са отделени групите наклони и земите с надморска височина по-голяма от 1200 м. Изчислен е топографския ***LS*** ***фактор*** като осреднена стойност за всяка група наклон по формула (2).

Потенциален риск от площна водна ерозия ***A*** ***пот.*** - *и*зчислен по формула (1) като средна-годишна стойност на количеството ерозирана почва [t ha^{-1} y^{-1}] при отсъствие на растителна покривка. За нуждите на категоризирането на земите по пригодност, потенциалният риск от площна водна ерозия е класифициран в 2 варианта в зависимост от потенциалното количество ерозирана почва в съответствие с Таблица 1 и Таблица 2.

Резултати и обсъждане

Количествен метод I вариант

Използвани са 5 класа потенциален ерозионен риск - (Таблица 1).

Таблица 1. Класификация на потенциалния риск от площна водна ерозия

Клас на потенциален риск от площна водна ерозия		Количество ерозирана почва, /t ha^{-1} y^{-1}/
1	Слаб потенциален риск	> 0 ≤ 5
2	Слаб до умерен потенциален риск	> 5 ≤ 10
3	Умерен потенциален риск	> 10 ≤ 20
4	Умерен до висок потенциален риск	> 20 ≤ 100
5	Висок потенциален риск	> 100

За първоначално (общо) идентифициране на класовете земи по пригодност класовете на потенциалния ерозионен риск се съпоставят с мощността на почвите - Фиг. 2.

Мощност на почвата /см/						
	<30	III	III	III	IV	VII
	50-30	II	II	III	IV	VI
	>50	I	II	III	IV	VI
		1	2	3	4	5
		Клас на потенциалния ерозионен риск				

Фигура 2. Схема на класовете земи по пригодност, в зависимост от мощността на почвите и потенциалния ерозионен риск

Количествен метод II вариант

Използвани са 9 класа потенциален ерозионен риск (Таблица 2).

Таблица 2. Класификация на потенциалния риск от площна водна ерозия

Клас на потенциален риск от площна водна ерозия		Количество ерозирана почва /t ha^{-1} y^{-1}/
1	Много слаб потенциален риск	> 0 ≤ 2,5
2	Много слаб до слаб потенциален риск	> 2,5 ≤ 5
3	Слаб потенциален риск	> 5 ≤ 10
4	Слаб до умерен потенциален риск	> 10 ≤ 20
5	Умерен потенциален риск	> 20 ≤ 40
6	Умерен до висок потенциален риск	> 40 ≤ 60
7	Висок потенциален риск	> 60 ≤ 100
8	Висок до много висок потенциален риск	> 100 ≤ 200
9	Много висок потенциален риск	> 200

Схемата, илюстрираща зависимостта между класовете на потенциалния ерозионен риск и мощността на почвите, за първоначално определяне на класовете земи по пригодност придобива вида посочен на Фиг. 3.

Мощност на почвата /см/										
	<30	III	III	IV	IV	IV	IV	VI	VII	VII
	50-30	II	II	III	III	IV	IV	IV	VI	VII
	>50	I	II	II	III	III	IV	IV	IV	VI
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Клас на потенциалния ерозионен риск								

Фиг. 3. Схема на класовете земи по пригодност, в зависимост от мощността на почвите и потенциалния ерозионен риск

Схемите на Фиг. 1 и Фиг. 2 са съставени по аналогия на определителя (ключа) на Ончев (1983) и са предназначени по-скоро за илюстрация на зависимостите, използвани за първоначално определяне на класовете земи.

Съпоставяне на резултатите от категоризиране на земите по класификационения и количествения методи

По правило качествените оценки имат обобщителен характер и изследват обширни зони, докато количествените се ползват за по-детайлни проучвания. В

практиката се наблюдава често и преплитане на двете големи групи. Така е и в настоящата работа. При класификационния метод също използваме дигитални карти, получени чрез ГИС и DEM 50. Голяма част от информацията за ограниченията, определящи подкласовете е една и съща и при 3^{те} метода на категоризиране, събрана от моделни ГИС проекти, основно за водната и ветрова ерозия, КВС планове и др. проекти. **Има, обаче и различия в начина на използване и интерпретиране на събраната информация.** При количествените методи се определя и остойностява комплекснотовлияние на диагностичните показатели, определащи класа земи по пригодност, в случая, съвпадащи с факторите на потенциалната водна ерозия.

Данните в Таблица 3 илюстрират крайните резултати от категоризирането на земите за цялата страна по трите различни метода –класификационен и двата количествени, с различна степен на подробност на определящите показатели.

Таблица 3. Методи на категоризиране на земите – сравнителен анализ

	Класификационен		Количествен **I**		Количествен **II**	
КЛАС земи	Площ /ha/	%	Площ /ha/	%	Площ /ha/	%
I	1231858.238	11.1	1331371.626	12.0	957880.389	8.7
II	1790512.367	16.2	893746.701	8.1	1249637.731	11.3
III	1505452.247	13.6	1442723.671	13.0	1838642.148	16.6
IV	2066950.812	18.7	3120384.833	28.2	1866106.955	16.9
V	89812.717	0.8	87950.589	0.8	88231.864	0.8
VI	1003611.126	9.1	1192388.991	10.8	1748019.206	15.8
VII	2104772.949	19.0	2022982.458	18.3	2284902.111	20.7
VIII	1172077.910	10.6	872824.959	7.9	931312.042	8.4
Водни площи	98922.407	0.9	99595.642	0.9	99237.027	0.9
Сума	11063970.773	100.0	11063969.470	100.0	11063969.473	100.0

Изводи

Използването на проверен в практиката и вече утвърден модел е несъмнено по-точен метод за категоризиране на земите от система за окачествяване, при която класовете по пригодност се определят по отношение на сума от претеглени резултати, основани на дефинирани от експерти класификационни схеми. Трябва да се има пред вид, че дори и най-точният детерминистичен модел ще произведе нереалистични резултати, ако няма достатъчно данни за прецизното му параметриране. В настоящия труд, използваните параметри са изследвани и проверени в практиката (Русева, 2002, 9). По-грубото класифициране на потенциалната ерозия при метод **Количествен I** вариант– само 5 класа, води до неточности в определянето на класовете земи. Това личи особено при клас **IV**, където диапазонът на определящия клас потенциален риск е най-голям – $> 20 \leq 100$ $t\ ha^{-1}\ y^{-1}$ ерозирана почва. От двата количествени метода по-точен е по-детайлния **Количествен II** вариант. Използваните при него 9 класа потенциален риск, с по-малки диапазони по-добре определят класовете земи.

Препоръчително е в зависимост от вида и степента на обработка на изходната информация с ГИС да се използва **класификационния** метод или **количествения II вариант** метод.

Литература

Джоджов, Х., И. Малинов, С. Русева, В. Крумов, В. Стефанова, И. Николов*. 2005. Разработвмане и внедряване на математичен модел за оценка на ветровата ерозия. Окончателен отчет от научно-изследователска разработка по договор № 3449/2003, ИП "Н. Пушкаров" – МОСВ.*

Lazarov, A., S. Rousseva, E. Tsvetkova, I. Malinov. 2002. Geographic database and Evaluation of Different Soil Erosion Prediction Models for the Purposes of the Soil Information System. Final Report of Research Project. Contract No 1108-2556. Ministry of Environment and Water: Sofia.

Николов И., С. Русева, В. Стефанова. 2007. Consultancy Company on specifying and improving the water erosion assessment model. Project 00043507 "Capacity Building for Sustainable Land Management in Bulgaria". Contact № 2006-072-POG. Report.

http://www.unccd-sml.org/files/1-Water_erosion_model_EN.pdf.

Ончев Н., 1983. Прогнозиране на площната водна ерозия в НРБ и оптимизиране на противоерозионните мероприятия. СА.София. 204 с.

Русева С., 2002. Информационна основа на географска база данни за площната водна ерозия. Хабилитационен труд за присъждане на научно звание "старши научен сътрудник I степен". София

Richardson, C. W., G. R. Foster, D. A.Wright. (1983). Estimation of Erosion Index from Daily Rainfall Amount. Trans. ASAE, 26 (1): 153-156, 160. New Orleans, Louisiana.

Rousseva S., Stefanova V. 2006. Assessment and mapping of soil erodibility and rainfall erosivity in Bulgaria. In: M. Morel et al. (eds) *BALWOIS 2006 Conference on Water Observation and Information. System for Decision Support,* 23-26 May 2006, Ohrid, Republic of Macedonia. paper No 152.

DEFRA (2009). Safeguarding our Soils. A Strategy for England, (Да опазим нашите почви. Стратегия за Англия.), стр. 11.

http://www.unep.org/geo/GEO4/report/GEO-4_Report_Full_en.pdf.

Moore I.D., A.K. Turner, J.P. Wilson, S.K. Jenson, L.E. 1993. Band GIS and land-surface-subsurface modeling. In: M.F.R. Goodchild, B.O. Parks and L.T. Steyaert (Eds.) Environmental Modeling with GIS: 196-230.

Van der Knijff J.M., R.J.A. Jones, L. Montanarella, 2000. Soil Erosion Risk Assessment in Italy, European Commission, Join Research Centre, European Soil Bureau, EUR19022EN.

Wischmeier, W., and Smith, D. (1965). Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky mountains – guide for selection of practices for soil and water conservation. Agriculture Handbook No 282.

Wischmeier W.H., C. B. Johnson, B.V. Cross, 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. Journal of Soil and Water Conservation, 26: 189-193.

Wischmeier W. H., & Smith, D. D. 1978. Predicting rainfall-erosion losses – A guide to conservation planning. Agricultural Handbook No 537 (1978).

ВЪЗМОЖНОСТИ НА ОПТИЧНАТА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА (ОЕС-ИСП) ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЛЕДИ ОТ ЕЛЕМЕНТИ В ПРОБИ ОТ ОКОЛНАТА СРЕДА

Николая Величкова*, Ирена Атанасова, Олга Велева*, Елка Пенчева***
**Геологически институт – БАН, София*
*** ИПАЗР „Н. Пушкаров", София*
E-mail: niaveli@geology.bas.bg

POSIBILITIES OF INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMMISSION SPECTROMETRY (ICP-OES) IN THE DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN ENWIRONMENTAL SAMPLES

Nikolaya Velitchkova, Irena Atanassova, Olga Veleva, Elka Pentcheva
**Geological Institute – BAS, Sofia*
***N. Poushkarov ISSAPP, Sofia*

Abstract

The possibilities and limitations of a high resolution radial viewing 40.68 MHz inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) and Q - concept for the quantification of spectral interference were shown in the determination of Cd, Cr, Cu, Mn, Pb and Zn in environmental materials. Improvement of the detection limits was achieved by optimization of the operating conditions. The lowest detection limits were obtained under robust conditions as in a pure solvent as well and in the presence of Al, Ca, Fe, Mg and Ti as complex environmental matrix. The accuracy of the results was experimentally demonstrated by using certified reference materials. The achieved detection limits satisfy the requirements for maximum permissible concentrations in soils and drinking waters. With the purpose to assess metals leaching and to determine the effect of the sludge application, the soluble and readily exchangeable pool of the elements: Cd, Cr, Cu, Mn, Pb and Zn in sewage sludge treated soils were investigated.

Key words: ICP-OES, environmental samples, trace elements; spectral interferences, detection limits

Увод

Оптичната емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма като инструментален метод за анализ на разтвори намира широко приложение в аналитичните лаборатории. Основните предимствата са следните: а) техника за определяне на над 75 химични елемента; б) ниски граници на откриване, в) голям динамичен концентрационен интервал; г) възпроизводимост която не надвишава 1%; д) бързина на метода; е) широк обхват на приложение - проби от околната среда (води, седименти, почви, скали), биологични проби, материали от различни производства (Boumans, 1987). Количественото определяне на следи от елементи в седименти, почви, скали, отпадни продукти и пр. представлява основен интерес за оценка състоянието на околната среда. Ограниченията на метода са свързани с високото ниво на спектрални пречения, които могат да влошат границите на откриване в различна степен, в

зависимост от основните елементи в пробите, както и да застрашат точността на аналитичните определения (Boumans et. al., 1987).

Материал и методи

I. Апаратура

Всички изследвани бяха проведени с ОЕС-ИСП спектроанализатор JY ULTIMA 2 (Jobin Yvon, Longjumeau, France), 40.68 MHz ИСП с радиално наблюдение. Характеристиките на апарата са показани в (Velitchkova et. al., 2004). Работните условия при определяне на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn в проби от околната среда са показани в Таблица 1. За контролиране на условията за възбуждане в плазмата беше използвано интензитетното отношение на две магнезиеви линии - атомна и йонна: Mg II 280.270 nm / Mg I 285.213 nm (Mg II / Mg I). Работните условия се променяха, варирайки мощността на плазмата и дебита на обгръщащия аргонов поток. Аерозол-носещият поток беше постоянен (0.4 l min^{-1}=const). Работните условия са оптимизирани с цел получаване на възможно най-ниски граници на откриване по методология, описана в (Velitchkova et. al., 2007).

Таблица 1. Оптимални ОЕС-ИСП работни условия

Аналитична задача	Оптимални ОЕС-ИСП работни условия
Определяне на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn в проби от околната среда (води, почви и почвени извлеци)	Твърди работни условия: Входяща мощност = 1000 W, сума аерозол-носещ аргонов поток + обгръщащ аргонов поток 0.4 l min^{-1} + 0.2 l min^{-1}; Температура за възбуждане ~ 7200 K; Магнезиево интензитетно отношение: Mg II / Mg I = **11.4**

II. Сертифицирани стандартни материали и процедури за разтваряне

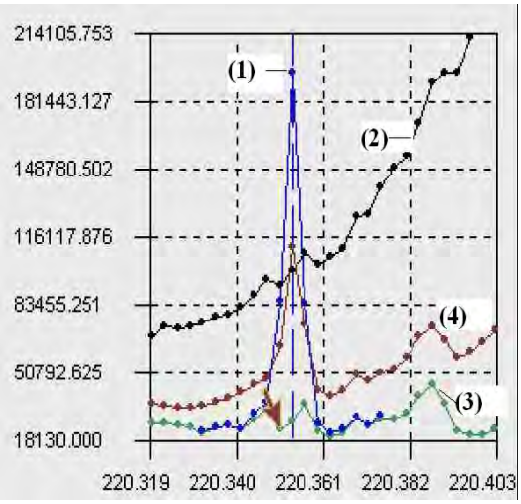
1) TMDA-51.2, National Water Research Institute и IAEA / Soil 7, International Atomic Energy Agency. Разтварянето на Soil 7 се извършва според ISO 11466:1995 (E).

Резултати и обсъждане

1. Методология за количествена оценка на спектралните пречения и оптимален избор на аналитични линии при анализ на следи от елементи в многокомпонентни матрици

Количествената оценка на спектралните пречения в присъствие на многокомпонентна матрица съдържаща Al, Ca, Fe, Mg и Ti е направена в съответствие с Q- концепцията предложена в (Boumans et al.1988). Оптималният избор на аналитични линии изисква избор на най-чувствителните линии, които са свободни или незначително повлияни от спектрално пречене от линии на матричните компоненти. Присъствието на матрицата променя реда на аналитичните линии по начин, различен от този в чист разтворител (Boumans et al.1988). На Фигура 1 е представен спектър около аналитичната линия на олово Pb II 220.353 в присъствие на алуминий, като пречещ елемент. Вижда се значителна промяна на фона в присъствие на алуминий в максимума

на аналитичната линия на олово (Pb II 220.353 nm) от крило матрична спектрална линия на Al с дължина на вълната Al II 220.463 nm извън спектралния прозорец.



Фиг. 1. Регистрирани спектри в спектрален прозорец с ширина $\Delta\lambda_a$ = 84 pm ($\lambda_a \pm 42$ pm) около аналитичната линия на олово с дължина на вълната Pb II 220.353 nm (1) спектър на олово 1 μg ml^{-1} в чист разтворител 1 mol l^{-1} HNO_3. Пречещ елемент Al с концентрация 2 000 μg ml^{-1}; (2) пречещ елемент Al с дължина на вълната Al II 220.463nm; (3) - комплексен спектър на проба от отпадна вода; (4) - чист разтворител - 1 mol l^{-1} HNO_3.

Таблица 2. [$Q_{WJ}(\Delta\lambda_a)$] и [$Q_{IJ}(\lambda_a)$] - стойности за най-добрите избрани аналитични линии на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn

Избрани аналитични линии	$Q_{WJ}(\Delta\lambda_A)$	$Q_{IJ}(\lambda_A)$	Пречещ елемент	Избрани аналитични линии	$Q_{WJ}(\Delta\lambda_A)$	$Q_{IJ}(\lambda_A)$
Cd II 214.438 **BEC = 0.06 μg ml^{-1}** **C_L = 1.7 ng ml^{-1}**	**0** **1.3 x 10^{-6}** **6.2 x 10^{-6}** **0** **8.0 x 10^{-5}**	**0** **0** **2.0 x 10^{-5}** **0** **1.3 x 10^{-6}**	**Al** **Ca** **Fe** **Mg** **Ti**	Mn II 257.610 BEC = 0.03 μg ml^{-1} C_L = 1.5 ng ml^{-1}	0 0 1.2 x 10^{-6} 0 0	0 0 0 0 0
Cd II 226.502 BEC = 0.05 μg ml^{-1} C_L = 1.4 ng ml^{-1}	0 1.3 x 10^{-6} 2.0 x 10^{-5} 0 8.0 x 10^{-5}	0 0 8.0 x 10^{-5} 0 0	Al Ca Fe Mg Ti	Pb II 220.353 BEC = 0.18 μg ml^{-1} C_L = 5.0 ng ml^{-1}	2.8 x 10^{-4} 1.0 x 10^{-5} 1.2 x 10^{-4} 0 0	0 0 0 0 0
Cr II 267.716 BEC = 0.08 μg ml^{-1} C_L = 2.3 ng ml^{-1}	0 4.0 x 10^{-6} 1.2 x 10^{-6} 2.2 x 10^{-6} 3.0 x 10^{-6}	0 0 0 0 0	Al Ca Fe Mg Ti	**Zn II 202.548** **BEC = 0.06 μg ml^{-1}** **C_L = 1.7 ng ml^{-1}**	**2.0 x 10^{-5}** **1.0 x 10^{-6}** **1.0 x 10^{-5}** **4.0 x 10^{-6}** **2.0 x 10^{-5}**	**0** **0** **0** **0** **0**
Cu II 202.548 BEC = 0.045 μg ml^{-1} C_L = 1.3 ng ml^{-1}	0 0 0 0 3.0 x 10^{-6}	0 0 0 0 0	Al Ca Fe Mg Ti	Zn II 213.856 BEC = 0.05μg ml^{-1} C_L = 1.4 ng ml^{-1}	8.0 x 10^{-6} 2.0 x 10^{-6} 0 0 2.0 x 10^{-6}	0 0 1.0 x 10^{-5} 0 2.0 x 10^{-6}

В Таблица 2 са показани Q - стойности за пречене от крила на матрични линии [Q_{WJ} ($\Delta\lambda_a$)] и пречене от линии [Q_{IJ} (λ_a)] за най-добрите избрани аналитични линии на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn в присъствие на Al, Ca, Fe, Mg и Ti, като многокомпонентна матрица. Най-чувствителните линии са свободни или незначително повлияни от пречене на линии на матричните елементи.

Q-стойностите се използват за: (а) изчисляване на истинските граници на откриване в присъствие на многокомпонентна матрица (Boumans et al.1986):

$C_{L\ true} = 2/5\ \Sigma_J\ Q_{IJ}(\lambda_a) \times C_{IJ}^{+}\ 2\sqrt{2}\times 0.01\times RSDBLx[\ BEC+\Sigma_J Q_{IJ}(\lambda_a)\times C_{IJ} +\Sigma_J Q_{WJ}(\Delta\lambda_a)\times C_{IJ}]$ (1);

(б) за определяне на концентрацията на пречещите матрични елементи C_{IJ}, за които [$Q_{IJ}(\lambda_a)$] става равно на нула, използвайки уравнение (2)

$C_{IJ} = C_L / Q_{IJ}(\lambda_a)$ (2), където,

C_L е границата на откриване за даден определяем елемент в чист разтворител. Отбелязваме, че в Таблица 3 са включени само елементите Fe и Ti, защото само за тях са регистрирани $Q_{IJ}(\lambda_a) > 0$ (Таблица 2). В присъствие на Ca и Mg $Q_{IJ}(\lambda_a) = 0$.

Границите на откриване в чист разтворител се изчисляват по уравнение (3):

$C_L = 2\sqrt{2} \times 0{,}01 \times RSDB \times BEC$ (3)

Таблица 3. Концентрация на пречещите елементи, C_{IJ}, μg ml^{-1}, за които Q_{IJ} (λ_a) = 0 в присъствие на Al, Fe and Ti като пречещи елементи

Аналитични линии, nm	C_{IJ}, μg ml^{-1}, за които Q_{IJ} (λ_a) = 0	
	Fe	Ti
Cd II 214.438	140	350
Cr II 267.716	18	-
Zn II 213.856	85	20

Когато концентрацията на матричните елементи в разтворите на пробите е известна, или може експериментално да се определи, информацията от Таблица 3 може да служи за допълнителен избор аналитични линии. При концентрации на матричните елементи в разтвора по-ниски от съответнате стойности, показани в Таблица 3, линиите с най-ниски граници на откриване в чист разтворител могат да се използват за анализ на природни води.

II. Определяне на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn в TMDA-51.2, IAEA / Soil 7и анализ на проби от води и почви

В Таблица 4 са показани получените резултати при анализ на проби от води. Използвани са най-чувствителните аналитични линии на определяемите елементи в чист разтворител. Експериментално определените стойности за TMDA-51.2 са в съгласие със съответните показани в сертификата. В Колони 5, 6 и 7 са представени, като пример ICP-OES анализ на водни проби от района на гр. Пловдив, както следва: SB1 - речна вода; SB2 – изворна вода; SB3 – отпаден канал. Концентрациите са представени в [ng ml^{-1}] със средна стойност и доверителен интервал на средната стойност при n=6

определения в. Най-чувствителните линии на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn с $Q_{IJ}(\lambda_a) = 0$ могат да се използват при определянето на тези елементи. Границите на откриване са еднакви с тези за чист разтворител и корекцията на фона може да се направи с измерването му от едната страна на аналитичната линия.

Таблица 4. Граници на откриване (колона 2), сертифицирани стойности за вода TMDA-51.2 в съответствие със сертификата (колона 3), измерени концентрации за Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn в сертифицирания образец (колона 4) и измерените концентрации чрез ИСП-ОЕС в три проби (колони 5, 6 и 7). Резултатите са представени със средна стойност ($\bar{X}$) и доверителен интервал за средната стойност ($\Delta \bar{X}$) при брой на определенията n=6 и статистическа сигурност 95 %

Аналитична линия, nm	C_L, ng ml $^{-1}$	TMDA-51.2 сертификат	TMDA-51.2 $\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$	SB 1 $\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$	SB 2 $\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$	SB 3 $\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
Cd II 226.502	1.4	25.1	24.5 ± 0.5	*	*	3.6 ± 0.4
Cr II 267.716	2.3	62.5	60.8 ± 1.7	**	8.8± 2.1	2.8 ± 0.7
Cu II 202.548	1.3	91.0	88.8 ± 2.4	18.7 ± 2.4	1.3 ± 0.4	65 ± 5.0
Mn II 257.610	1.5	82.0	83.4 ± 1.6	54.6 ± 1.6	1.9 ± 0.3	12 ± 0.5
Pb II 220.353	5.0	72.9	71.7 ± 2.0	12.6 ± 2.0	***	35 ± 6.0
Zn II 213.856	1.4	106	104 ± 3.0	59.0 ± 3.0	1.8 ± 0.3	609 ± 40

В Таблица 5 са показани количествените резултати при определяне на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn в Soil 7 и в почвени проби от района на гр. Пловдив почви. Използвани са избраните аналитични линии за определяемите елементи в съответствие с Таблица 2. Доверителните интервали на средните стойности [$\Delta \bar{X}$] за шест паралелни определения (n = 6) със статистическа сигурност P= 95% са представени в (колона 2, 4 и 5).

Таблица 5. Сертифицирани стойности за определяемите елементи в съответствие със сертификата на IAEA / Soil 7 (колона 2), измерени концентрации за Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn в сертифицирания образец чрез ОЕС - ИСП (колона 3 и измерените концентрации чрез ИСП-ОЕС в две проби от почви (колони 5 и 6). Резултатите са представени със средна стойност ($\bar{X}$) и доверителен интервал за средната стойност ($\Delta \bar{X}$) при брой на определенията n=6 и статистическа сигурност 95 %

Аналитична линия, nm	IAEA / Soil 7 сертификата, μg g^{-1}	Измерени стойности - Soil 7, [$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$], μg g^{-1} и RSD, %		Проба SA 1, μg g^{-1}	Проба SA 2, μg g^{-1}
Cd II 226.502	1.3* (1.1-2.7)	1.2 ± 0.2	3	2.5 ± 0.3	6.2 ± 0.2
Cr II 267.716	60 (49-74)	70 ± 3.2	2	42 ± 3.5	47.2 ± 3.2
Cu II 202.548	11 (9-13)	11.5 ± 1.4	2	118 ± 5.4	133 ± 1.4
Mn II 257.610	631 (604-650)	630 ± 10	3	620 ± 12	630 ± 10
Pb II 220.353	60 (55-71)	58 ± 5	3	62 ± 4.2	134 ± 5
Zn II 213.856	104 (101-113)	106 ± 4	2	188 ± 9.2	506 ± 4

Резултатите от Таблици 4 и 5 показват, че използвайки критерия на Стюдан, не е намерена статистическа разлика между експеримените стойности и сертифицираните стойности (Doerffel, 1984). Следователно, точността на аналитичните резултати е осигурена. Относителното стандартно отклонение варира между 1 и 3%.

Разработените ОЕС - ИСП методи осигуряват достатъчно ниски граници на откриване и задоволителна точност, които задоволяват изискванията на практиката. Аналитичните линии за определяемите елементи за всеки вид проби са избрани въз основа на вида и големината на спектралните пречения и концентрацията на матричните елементи в крайните разтвори, които се внасят в ИСП. Използвана е получената количествена база данни за спектралните пречения при изследване на мобилността на тежки метали в почви, третирани с утайки от отпадни води. Направена е оценка на мобилността на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn в почви, третирани с утайки от отпадни води, 10 години преди провеждане на експеримента. Изяснени са взаимодействието на тежките метали с изменените почви, за разлика от неизменените контролни почви.

Заключение

Направена количествена оценка на спектралните пречения при определяне на Cd, Cr, Cu, Mn, Pb и Zn, чрез ICP-AES в присъствие на многокомпонентна матрица съдържаща Al, Ca, Mg, Fe и Ti. Избрани са тези аналитични линии, които не са повлияни от пречене на матрични линии. Точността на аналитичните резултати беше осигурена от 1) Пълната информация за спектралните пречения; 2) Изборът на ефективна корекция на фона; 3) Отстраняване на неспектралните пречения с подходящо калибриране; 4) Анализ на сертифицирани стандартни образци. Ниските граници на откриване бяха получени чрез: 1) Контролиране на условията за възбуждане в ICP, което осигури възможността за избор на оптимални стойности на входящата мощност и централния аргонов поток, при което отношението сигнал / шум е максимално; 2) Избор на аналитични линии, за които спектралните пречения от матрични линии са отстранени.

Литература

Boumans P.W.J.M, (1987). Inductively Coupled Plasma in: P.W.J.M. Boumans (Ed.), Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy Wiley, New York.

Boumans P.W.J.M, (1986). A century of spectral interferences in atomic emission spectroscopy—can we master them with modern apparatus and approaches?. *Fresenius Z. Anal. Chem. 324*: 397– 425.

Boumans P.W.J.M, J.A. Tielrooy, F.J.M.J. Maessen. (1988). Mutual spectral interferences of rare earth elements in inductively coupled plasma atomic emission spectrometry: I. Rational line selection and correction procedure. *Spectrochim. Acta B* 43: 173-199.

Doerffel K, (1984), Statistik in der Analytischen Chemie, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.

Velitchkova N, E. N. Pentcheva, N. Daskalova. (2004). Determination of arsenic, mercury, selenium, thallium, tin and bismuth in environmental materials by inductively coupled plasma emission spectrometry, *Spectrochim. Acta Part B* 59: 871–882

Velitchkova N, S. Velichkov, N. Daskalova. (2007). Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry — Optimization of the operating conditions in the

determination of trace of elements in line-rich emission matrices. Spectrochim. Acta Part B, 62: 386–402.

Velitchkova N, O. Veleva, S. Velichkov, N. Daskalova. (2013). Possibilities of High Resolution Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry in the Determination of Trace Elements in Environmental Materials. *Journal of Spectroscopy Article ID 505871*.

STUDY OF TOLERANCE TO *TOMATO SPOTTED WILT VIRUS* IN TOMATO GENOTYPES WITH ANTHOCYANINS CONTENT

Bistra Dikova,* Elena Balacheva, Bistra Atanassova****
**N. Poushkarov ISSAPP, Sofia*
***Institute of Plant Physiology and Genetics – BAS, Sofia*
E mail: b.dikova@abv.bg

Abstract

Tomato spotted wilt virus (TSWV) is one of the ten most widespread plant viruses in the world that causes diseases strongly affecting plant development and yield. The objective of the study was to determine the tolerance to TSWV of four tomato genotypes differing in anthocyanins content in their leaves and stems. The percentage of symptomless healthy plants among the four genotypes varied as follows: Keti (AA1) – control - 21% symptomless healthy plants; line St 993 x Keti (AA7) - 5 % symptomless healthy plants, AA10 (VK1 x Keti) – 31 % symptomless healthy plants and AA12 (VK1 x Keti) – 25 % symptomless healthy plants. It is important to note that line AA10 was characterized by high productivity and tolerance to environmental conditions. No correlation was detected between the high content of anthocyanins in plant tissue and the high tolerance to TSWV.

Key words: TSWV, tomato, tolerance, anthocyanins

Introduction

Tomato spotted wilt virus (TSWV) is one of the most important agents of virus disease affecting tomatoes, in some cases leading to losses of up to 100 %. TSWV is one of the most wide spread plant viral pathogens on vegetables tomato and pepper in particular, flowers and aromatic and medicinal plants in the world (Mavric and Ravnikar, 2001;Soler et al., 2003; Tomassoli and Barba, 2005; Dikova 2011, 2014). Genetic resistance appears as the best solution to control this disease (Rosello et al., 1996). Some of the specimens of *Lycopersicon esculentum* contain Sw-5 gene for resistance against TSWV and other genes – Swa1, Swb1, Sw2, Sw3 and Sw4 (Czech et al., 2003;Ciuffo et al., 2005; Saidi and Warade, 2008). Stevens et al., 1991 established the inheritance of TSWV resistance due to a single dominant gene. The SA, F1 and the backcrosses to the resistant parent were found to have eight out 612 tomato plants infected four months after the inoculations, which indicates a 98.7% penetrance of the resistance gene (Stevens et al., 1991) Sometimes by reason of an appearance of a strong virulent strain of TSWV an interruption appears in the resistance of genotypes, consisting Sw 5 gene. (Aramburu and Marti, 2003). Is known that the anthocyanins have important protective role against abiotic stress conditions, pathogens and insects. According to Heim et al. (1983) prominent zones of intense anthocyanin accumulation often surround restricted lesions where often a plant disease pathogen has been successfully contained.

The objective of the study was to determinate the tolerance to TSWV of four tomato genotypes differing in anthocyanins content in their leaves and stems.

Material and Methods

Four tomato genotypes with different content of anthocyanins were used: Line AA1 was characterized by highest anthocyanins content in plants leaves and stems, followed by

AA7 and AA12, while line AA10 was characterized by lowest content of anthocyanins (Figure 1).The plants from each genotypes were cultivated in iron-sheet containers with size (length: width: height = 40/40/15 cm) in three repetitions in glasshouse conditions. The indicator method by Noordam (1973) was used for obtaining and multiplying of the virus isolate, descending from pepper on the test tobacco plants from the species *Nicotiana tabacum* cv. Samsun NN as well as for inoculation of the tomato plants from the four genotypes. Tomato plants were mechanically inoculated in two – four leaves stage and after two weeks were observed for TSWV symptoms. The pepper isolate was obtained after triple passages on the test plant *Chenopodium quinoa* from single chlorotic local lesion. We used pepper isolate of TSWV because in many cases this virus is in individual infection in pepper fruits and rarely in mixed infection with *Cucumber mosaic virus* (CMV) or *Tomato mosaic virus* (ToMV) as in tomato fruits.



a) AA1 b) AA7 c) AA10 d) A12

Fig. 1. The content of anthocyanins in tomato plants: a) AA1; b) AA7; c) AA10; d) AA12

Each sample from an individual tomato plant was analyzed by us using ELISA method (DAS – ELISA); (Clark and Adams., 1977) with a kit for TSWV, purchased from the German company LOEWE, Biochemica. So from genotype AA1 were analyzed 19 plants, from genotype AA7 – 20 plants, from genotype AA10 – 26 plants and from genotype AA12 – 20 plants. We have determined the healthy plants, the latent virus carriers and the diseased plants from each genotype. The extinction values were measured using a spectrophotometer Multimode Detector DTX 880. All samples showing values two and a half times higher than the negative controls were assumed as virus positive i.e. virus carriers. Negative controls were samples of symptomless healthy tomato plants and positive controls – TSWV infected indicator plants as well as the positive control from the kit.

The extinction values (the optical density) of the samples were processed by statistical analysis of Student's criterion, quoted by Lidanski (1988). Average extinction values of optical density were calculated as well as standart deviation. The confidence intervals are at a significance rate of $p \leq 0.05$ at Student's criterion (Table 1).

Results and Discussion

Tomato spotted wilt virus (TSWV) causes symptoms of chlorotic turning in necrotic spotting on the leaves of the tomato plants from the fourth genotypes. Symptoms of mosaic were observed on the top leaves of strongly susceptible plants, belonging to the fourth genotypes, but the tolerant and resistance plants from each genotypes were without mosaic

symptoms. Dwarfing by reason of shortening of internodes of the infected plants was observed in some cases.

Genotypes AA10 and AA 12, both VK1 x Keti had the highest percentage – the first 30.8 % healthy plants (Table 1, Figure 2) and the second 25.0 % healthy plants (Table 1, Figure and 2) in comparison with the other genotypes. The TSWV tolerant plants from each genotype were with symptomless leaves in comparison with susceptible plants with symptoms of mosaic.

Table 1. Results from tolerance to Tomato spotted wilt virus (TSWV) of tomato genotypes

Genotype	Tested plants (number)	Infected plants			Symptom less plants		
		Number	%	OD	Number	%	OD
AA1	19	15	79.0	0.628 ±.0.09	4	21.05	0.104 ± 0.02
AA7	20	19	95.0	1.019 ± 0.17	1	5.00	0.104±
AA10	26	18	69.2	0.539*± 0.12**	8	30.8	0.094 ± 0.03
AA12	20	15	75.0	0.438 ± 0.07	5	25.0	0.119 ± 0.02

OD (Optical density)
Confidence intervals and **standart deviations at P≤ 0.05 by Student's criterion.

Four healthy plants with a confidence interval (an average extinction and standard deviation) – 0.104 ± 0.018 were established in genotype AA1 (Keti), representing 21.05 %.(Table 1, Figure 3). Only one healthy plant from the genotype AA7 (St 993 x Keti), representing 5.0 % was symptomless with an extinction value – 0.104 OD and the highest average extinction value in the confidence interval from the infected plants - 1.019 ± 0.174 (Table 1, Figure 4). Eight healthy plants from the genotype AA10 (VK1 x Keti), representing 30.8 % were symptomless and with negative extinction values, expressed by the confidence interval (an average extinction value and standard deviation)- 0.094 ± 0.033 (Table 1, Figure 5). A moderate average extinction value in the confidential interval - 0.397 ± 0.060 OD was established for twelve tomato plants from genotype AA10. Many of these twelve plants were symptomless, but their tolerance was not reliable, because they were latent carriers of TSWV i.e. they were not immume. Six plants of genotype AA10 had a strong average extinction value in the confidential interval -0.823 ± 0.197 OD and they had severe symptoms of spotting and mosaic on the top leaves (Figure 5). Genotype AA12 (VK1 x Keti) had five healthy plants with a confidence interval (an average extinction and standard deviation) - 0.119 ± 0.023, representing 25.00 % and the lowest average extinction in the confidence interval of the TSWV infected plants in comparison with the other genotypes - 0.438 ± 0.072 (Table 1, Figure 6). The presence of symptomless healthy plants might be due to the presence of gene/s, controlling the tolerance to TSWV.

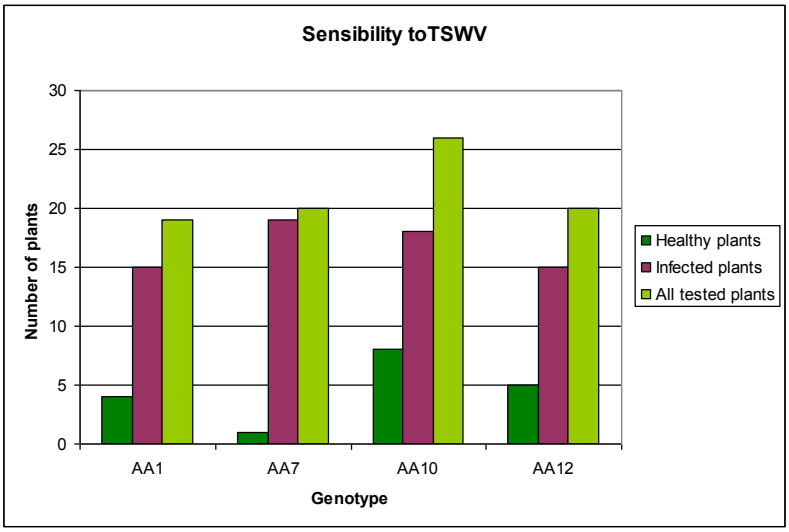


Fig. 2. Tolerance to Tomato spotted wilt virus (TSWV) of tomato genotypes

It is known that the anthocyanins have important protective role against abiotic stress conditions, pathogens and insects. Line AA1 (Figure 1a) was characterized by highest anthocyanins content in plants leaves and stems, followed by AA7 (Figure 1b) and AA12 (Figure 1d), while line AA10 (Figure 1c) was characterized by the lowest content of anthocyanins. It is important to note that line AA10 was characterized by high productivity and tolerance to environmental conditions. The results obtained showed that no correlation was detected between the high content of anthocyanins in plant tissue and the high tolerance to TSWV. According to Hipskind et al., 1996 anthocyanin accumulation occurred considerably after the growth of the pathogen and had stopped in cells that were affected, but not tnfected by the pathogen. But these data probably refer to bacteria and fungi, because for the plant viruses it is very important to search for the resistance genes.

Conclusions

Three of four genotypes: AA10 (VK1 x Keti) with nearly 31 % healthy plants; AA12 (VK1 x Keti) with 25 % healthy plants and AA1 (Keti) with 21 % healthy plants give reasons to continue the study on these genotypes. We expect AA1 (Keti) and AA12 (VK1 x Keti) that contain anthocyanins to be responsible for the creation of complex resistance to plant viruses, bacteria and fungi.

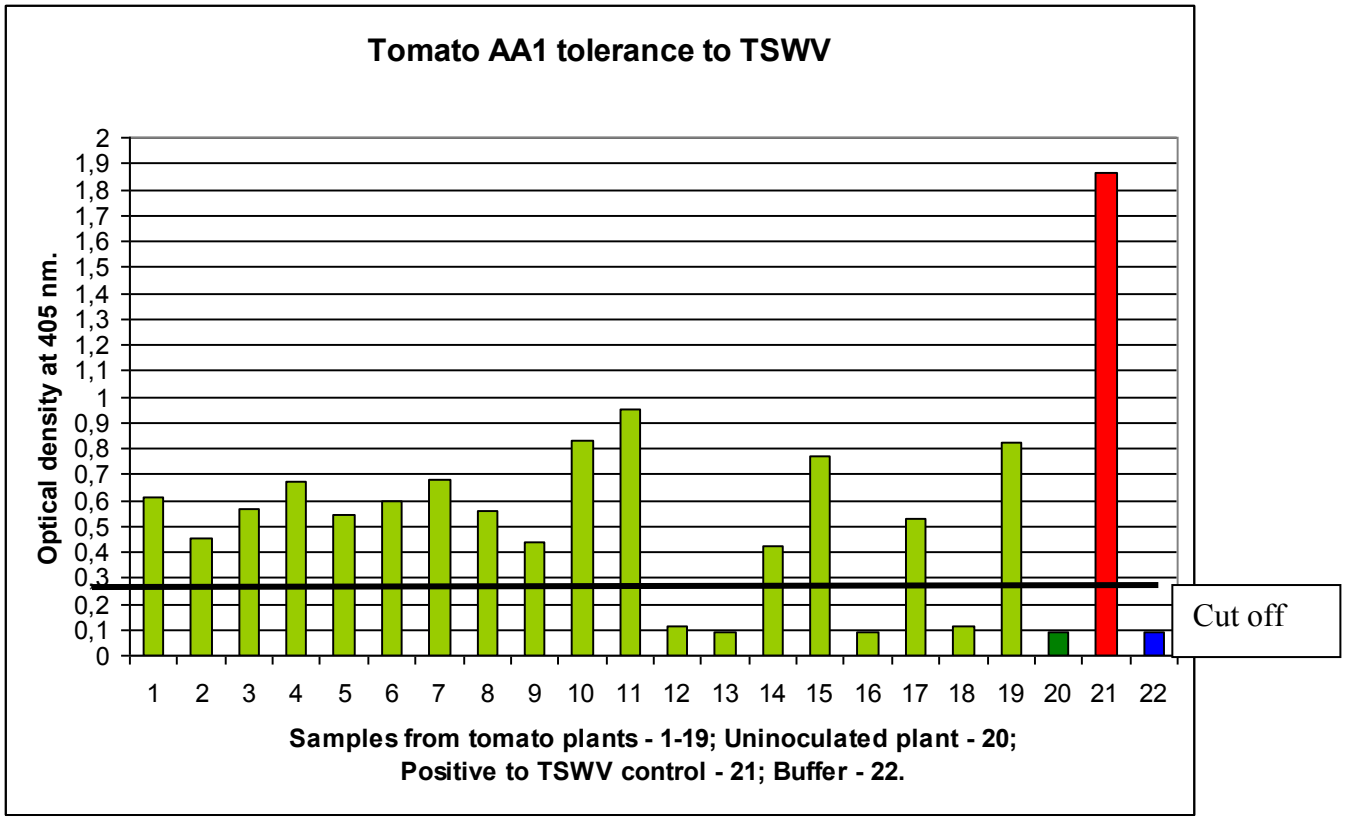


Fig. 3. Data from DAS-ELISA for tolerance to TSWV of line AA1

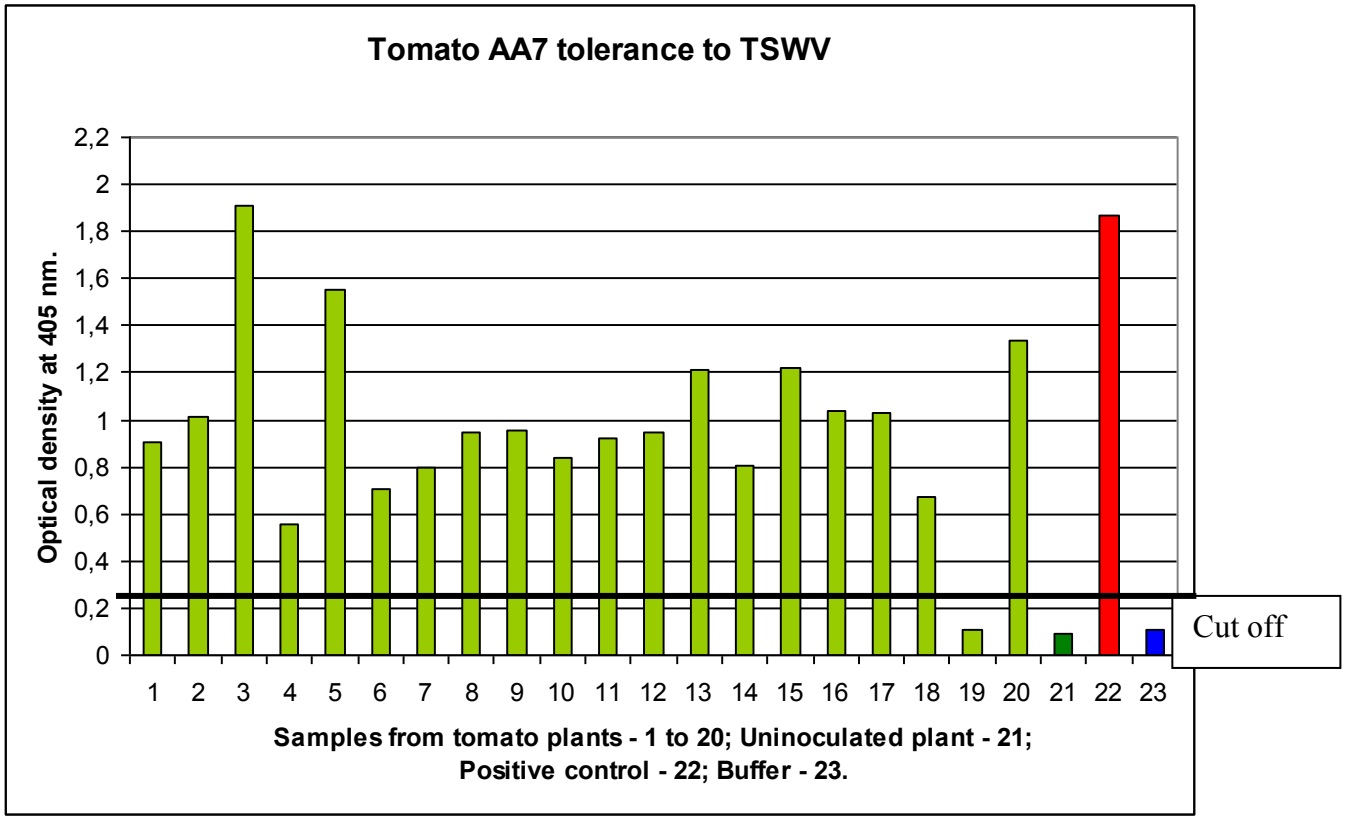


Fig. 4. Data from DAS-ELISA for tolerance to TSWV of line AA7

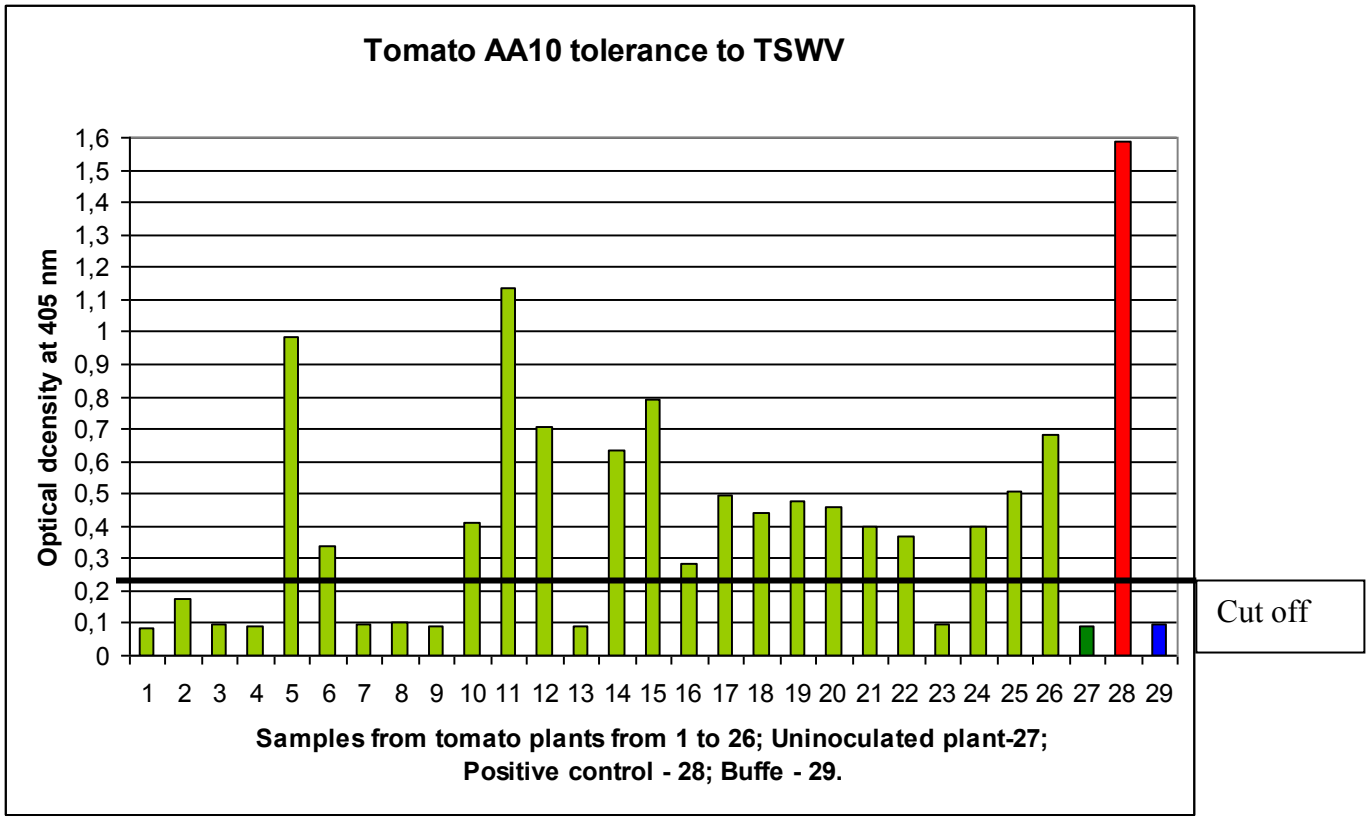


Fig. 5. Data from DAS-ELISA for tolerance to TSWV of line AA10

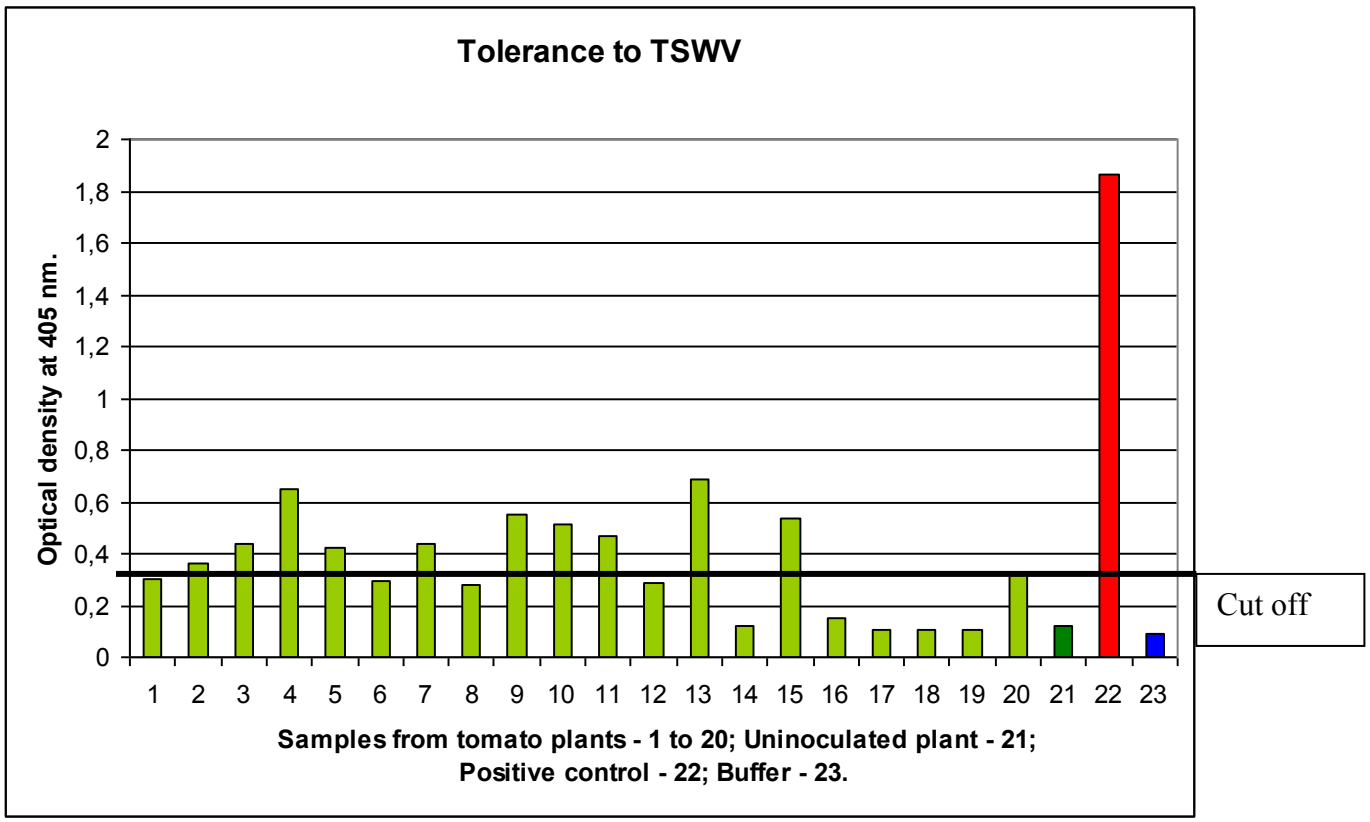


Fig. 6. Data from DAS-ELISA for tolerance to TSWV of line AA12

References

Clark, M. And A. Adams, 1977.Characteristics of the microplate method of enzyme linked Immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J.Gen. Virol.*, **34**, 475-483.

Dikova, B., 2011. *Tomato spotted wilt virus* on some medicinal and essential oil – bearing plants in Bulgaria. *Bulg. J. of Agri. Sci.*, **17**, 3, 306 – 313.

Dikova, B., 2014**.** *Tomato spotted wilt virus* and *Tomato mosaic virus* in tomato and pepper agroecosystems in Bulgaria. *Journal of Balkan Ecology, 4,357-367.*

Aramburu, J., m. Marti, 2003. The occurrence in north-east Spain of a variant of *Tomato Spotted wilt virus* (TSWV) that breaks resistance in tomato (Lycopersicon esculentum) containing the Sw-5 gene. *Plant Pathology*, **52**, 407

Ciuffo, M., M. M. Finetti-Sialer, D. Gallitelli, M. Turina, 2005. First report in Italy of a resistance breaking strain of *Tomato spotted wilt virus* infecting tomato cultivars carryng the Sw5 resistance gene. *New Disease Reports*, **10**, 48

Czech, A. S.,M. Szklaczyk, Z. Gajewski, E. Zukowska, B. Michalik, T. Kobylko, K. Strzalka, 2003. Selection of tomato plants resistant to a local Polish isolate of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). *J.Appl. Genet*., **44**, 4, 473-480.

Heim, D., R. L. Nicholson, S. F Pascholati, A. E. Hagerman & W. Billett. 1983. Etiolatedmaize mesocotyls: A tool for investigating disease interactions. *Phytopathology* 7, 424–428.

Hipskind, J., K. Wood & R. L. Nicholson. 1996. Localised stimulation of anthocyanin accumulation and delineation of pathogen ingress in maize genetically resistant to Biplaris maydis race O. *Physiol. & Molec. Pl. Pathol.* 49,247–256.

Lidanski, T., 1988. Statistical Methods in Biology and Agriculture. Zemizdat, Sofia (Bg.)

Mavric, I., M. Ravnikar, 2001.First report of *Tomato spotted wilt virus* and *Impatiens Necrotic spot virus* in *Slovenia. Plant Dis. 85,* 12:1288.

Noordam, D., 1973. Identification of plant viruses. PUDOC,Wageningen.

Rosello, S., M. J. Diez, F. Nuez, 1996. Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. I The Tomato spotted wilt virus – a review. *Scientia Horticulturae*, **67**, 3-4, 117-150.

Saidi, M., S. D. Warade, 2008. Tomato Breeding for Resistance to Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV): an Overview of Conventional and Molecular Approaches. *Czech J. Genet.Plant Breed.*, **44**, 3, 83-92.

Soler, S., J. Cebolla-Cornejo, F. Nuez, 2003. Control of diseases induced by tospoviruses In tomato: an update of thegenetic approach. *Phytopathologia Mediterranea*, **42,** 207-219.

Stevens, M. R.,S. J. Scott, R. C. Gergerich, 1991. Inheritance of a gene for resistance to Tomato spotted wilt virus (TSWV) from Lycopersicon peruvianum Mill. *Euphytica*, **59**, 1, 9-17

Tomassoli, L., M. Barba, 2005. [Virus diseases Economically Important in Vegetable Protected Crops in Sicily.2005. Convegno nazionale "Strategie per il Miglioramento dell'Orticoltura protetta in Sicilia" Scoglitti (RG), 25-26 Novembre 2005, pp.101-111.

ЕНТОМОПАТОГЕНИ В ПОПУЛАЦИИ НА ГЪБОТВОРКАТА (*LYMANTRIA DISPAR* L., LEPIDOPTERA: EREBIDAE) В СЕВЕРОЗАПАДНА БЪЛГАРИЯ

Славимира Драганова,* Янчо Найденов, Владимир Владимиров,****
Вяра Роснева, Рени Бечева****
** ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, **Лесазащитна станция, София*
E-mail: sdraganova19@gmail.com

ENTOMOPATHOGENS IN THE GYPSY MOTH POPULATIONS (*LYMANTRIA DISPAR* L., LEPIDOPTERA: EREBIDAE) IN NORTHWESTERN BULGARIA

Slavimira Draganova,* Yancho Naydenov, Vladimir Vladimirov,**
****Viara Rosneva, **Reni Becheva****
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia,Forest Protection Station, Sofia*

Abstract

Dead larvae of *Lymantria dispar* collected from broadleaved forests on the territory of the State Forestry Belogradchik and Vidin with calamitous infestation of the pest and prognosis of defoliation were analyzed in 2014. Prevalence of mycosis caused by *Entomophaga maimaiga* up to 91.38% and 76.92% was established for two of the populations from the localities Belogradchik and Kosovo (State Forestry Vidin). *Lymantria dispar* multicapsid nuclear polyhedrosis virus (*Ld*MNPV) was found in 100% of the collected dead larvae from the region of Deleyna (State Forestry Vidin). Mixed infection caused by *E. maimaiga* and *Ld*MNPV was established in 7.69% of the samples from Kosovo. Event of microsporidiosis with causal agent *Nosema lymantriae* was registered in the same population and with the same extensity. Hymenopteran parasitoids and Tachinid flies (Diptera) were found in the locality Belogradchik. The study confirmed that the introduced entomopathogenic fungus *E. maimaiga* spread naturally reaching to the most distant north-western parts of the country. As a result of jointly impact of native bioagents and mainly of the introduced entomophthorous fungus favored by climate conditions (rainy and cool spring) population density of *L. dispar* was declined and treatments with plant protection products will not be necessary for 2015.

Key words: *Lymantria dispar*, *Entomophaga maimaiga, Ld*MNPV, *Nosema lymantriae*, entomophagous insects

Увод

Гъботворката (*Lymantria dispar* L., Lepidoptera: Erebidae) е един от най-опасните насекомни вредители в горското и селското стопанство със способността й за рязко увеличение на популационната й плътност, водещо до масово обезлистване на широколистната дървесна и храстова растителност.

Последното каламитетно проявление на гъботворката в Северозападна България е през 2012–2014 г. Вследствие на ветрова миграция от Република Сърбия през 2012 г. в най-северозападните гранични части на Държавно горско стопанство (ДГС) Видин е установено силно нападение от неприятеля с плътност 2600 – 3700 яйцекупчинки на 100 дървета, достигащи на места от 559 до 20394 здрави яйца на гъботворката на едно дърво на площ от 55000 дка. Третирани са 17500 дка с цел недопускане

разпространение на неприятеля във вътрешността на страната. Всички останали масиви със силно нападение са 100% обезлистени, включително овощни градини и лозя. В нетретираните популации част от гъсениците са загинали от недохранване или от заразяване с патогени от род Nosema.

През есента на 2013 г. е установено четирикратно нарастване разпространението на гъботворката, обхващайки цялата Видинска област на площ от 240000 дка, от които 112000 дка в силна степен, най-вече граничните райони с Република Сърбия.

През пролетта на 2014 г. за предотвратяване обезлистването на горските територии поради масовото намножаване на неприятеля в Северозападна България е проведено въздушно пръскане с Димилин 480 СК върху 30000 дка. В резултат е отчетена 94-99% смъртност на гъсениците и обезлистване до 30-40%. При обследване на нетретираните обекти е установена висока смъртност на възрастните гъсеници.

Цел на проучването е установяване на причините за масовото загиване на гъсеници на гъботворката през 2014 г. в нетретирани популации на неприятеля в районите на ДГС-Видин и ДГС-Белоградчик.

Материал и методи

Проби със загинали гъсеници, събрани през 2014 г. от нетретирани местонаходища - Белоградчик (58 гъсеници), Делейна (10 гъсеници) и Косово (13 гъсеници), са анализирани в отдел „Ентомология“, направление „Защита на растенията“, ИПАЗР „Н. Пушкаров“. След наблюдение със стереомикроскоп заболяванията са диагностицирани според тяхната симптоматика и опаразитените гъсеници са отделени за дисекция (по Lacey and Brooks, 1997). Изготвени са трайни препарати с лактофенол, ацето-орсеин и анилиново синьо (по Humber, 1997) и натривки, оцветени с метиленово синьо по Льофлер. Микроскопските препарати са изследвани с трансмисионен интерферентен микроскоп BX60 DIC Olympus с дигитална камера и Cell B image capture software. Размерите на вирусните включения и спорите на намерените гъби са определени с калибриран Carl Zeiss микрометър. Гъбните патогени са идентифицирани по морфологични белези по Balazy (1993) и Humber (1997, 2005).

Резултати и обсъждане

Анализираните мъртви възрастни гъсеници на гъботворката са със симптоми на опаразитяване от ентомофаги или на заболявания, причинени от вируси, микроспоридии или ентомофторова гъба (Табл. 1).

Установена е ентомофтороза като преобладаващо заболяване в 91,38% и съответно 76,92% от събраните гъсеници в пробите от района на ДГС-Белоградчик и с. Косово. Наблюдаваните от нас симптоми са като описаните от Reardon and Hajek (1993). Краката на гъсениците са разперени, телата им – опънати, а върху космиците им са останали единични конидии след изхвърляне от конидиофорите, прорастнали през покривните тъкани на мъртвите индивиди. Забелязва се, че скоро след смъртта труповете са меки, но кутикулата им трудно се разкъсва. По-късно гъбният патоген мумифицира гъсениците и те стават твърди и дехидратирани. При дисекция се вижда, че телата им са запълнени с жълтеникаво-кремава твърда маса, представляваща голямо количество спящи спори.

Таблица 1. Ентомофаги и ентомопатогени в мъртви гъсеници на гъботворката (Lymantria dispar L.) от 3 местонаходища в Северозападна България

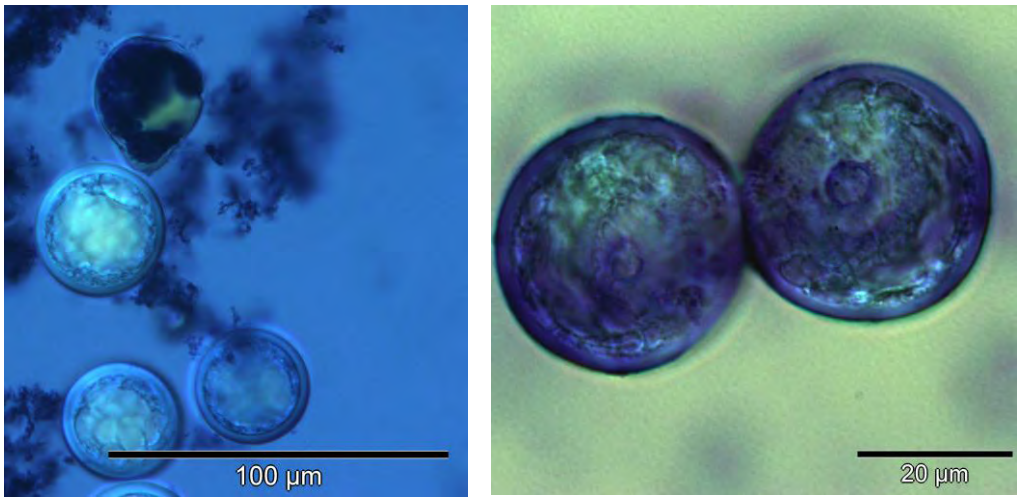
Местонаходище	Причина за смъртта на гостоприемника	Причинител	Брой (%) загинали насекоми в пробата
Белоградчик	ентомофтороза	*Entomophaga maimaiga*	53 гъсеници (91,38%)
	опаразитяване	ципокрили паразитоиди	3 гъсеници (5,17%)
	опаразитяване	тахини	2 гъсеници (3,45%)
Делейна	полиедроза	*Ld*MNPV	10 гъсеници (100%)
Косово	ентомофтороза	*Entomophaga maimaiga*	10 гъсеници (76,92%)
	микроспоридиоза	*Nosema lymantriae*	1 гъсеница (7,69%)
	полиедроза	*Ld*MNPV	1 гъсеница (7,69%)
	смесена инфекция полиедроза и ентомофтороза	*Ld*MNPV и *Entomophaga maimaiga*	1 гъсеница (7,69%)

Въз основа на проучените морфологични характеристики и видовата й специфичност, считаме, че *Entomophaga maimaiga* Humber, Shimazu & Soper (Zygomycota, Entomophthoromycotina, Entomophthorales) е причинител на епизоотията по гъботворката в района на ДГС-Белоградчик. Патогенът се отнася към комплекса от видове *Entomophaga aulicae* (Reichardt) Humber, но е видово специфичен и засяга предимно гъсениците на *L. dispar* (Balazy 1993; Hajek 1999). В натривките и трайните препарати с лактофенол се наблюдават големи крушовидни първични конидии с размери 30,46 – 37,46 x 21,20 – 36,42 µm (Фиг. 1a). Конидиите са многоядрени, с добре очертана изпъкнала заоблена папила. Освен първични се наблюдават и вторични конидии, които се образуват латерално върху първичните конидии. В натривките и трайните препарати ясно се виждат спящи спори, които представляват азигоспори с размери 34,20 x 33,20 µm. Азигоспорите са сферични, гладки, дебелостенни (дебелина на стената 1,51 – 3,67 µm), със зърнеста структура (Фиг. 1b).

Гъбата *E. maimaiga* не е местен вид. Тя произхожда от Япония, но е интродуцирана у нас от САЩ през 1996 и 2000 г. отначало в района на ДГС Своге (Pilarska et al. 2000), а след това в района на ДГС Карлово и ДГС Асеновград. Проведени са общо 6 интродукции предимно в Южна България, с което са потиснати силни каламитети на *L. dispar* (www.entomophaga.com, Георгиев и др. 2014). Установено е, че патогенът се е разпространил чрез естествено разширение на ареала си почти повсеместно в цялата страна, а също и в съседни страни (Georgiev et al. 2012; Georgieva et al. 2013).

Вирусна инфекция с причинител ядренополиедрен вирус (*Lymantria dispar* multinucleocapsid nucleopolyhedrovirus *Ld*MNPV, Baculoviridae) е установена в 100% от мъртвите гъсеници от популацията в района на с. Делейна и само в 1 гъсеница от пробата от района на с. Косово (Табл. 1). Симптомите на заболяването еднозначно го диагностицират като вироза (телата на гъсениците са меки, втечнени, покривните им

тъкани са разкъсани), което е потвърдено от микроскопската картина. Ясно се виждат полиедри с размери от 1,11 µm до 2,96 µm.



a **b**

Фиг. 1. Конидия (a) и азигоспори (a, b) на Entomophaga maimaiga в мъртва гъсеница на гъботворката (Lymantria dispar) от района на Белоградчик

Ядренополиедреният вирус *Ld*MNPV е известен като важен фактор, силно редуциращ популациите на *L. dispar*. Изолирани и проучени са няколко изолата на вируса в Европа, Азия и Северна Америка (Vasiljevic and Injac 1973; Shapiro et al. 1984). В САЩ под името Gypchek е регистриран препарат за растителна защита за борба срещу гъботворката на базата на изолат на *Ld*MNPV.

У нас Мирчев (1986) при проучванията си на патогенните микроорганизми, влияещи върху числеността на гъботворката, установява *Ld*MNPV във Видинско и определя средния размер на полиедрите (2,75 ± 0,02 µm).

Считаме, че епизоотийната проява на полиедрозата в популацията от района на Делейна е провокирана от неблагоприятните условия за изхранване на гъсениците вследствие на каламитетното им намножаване през 2014 г. и натрупания с годините инфекциозен материал.

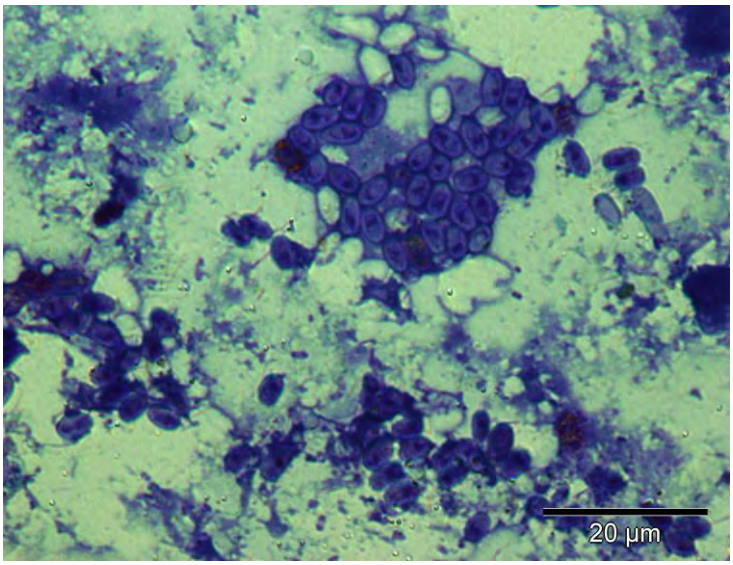
Смесена инфекция, причинена от *E. maimaiga* и *Ld*MNPV се наблюдава в мъртви гъсеници на гъботворката в района на с. Косово (Табл. 1).

Георгиев и др (2014) съобщават за установена смесена инфекция на същите патогени в популации на неприятеля в 2 обследвани района в Северозападна България.

Освен ентомофтороза и полиедроза в популацията на *L. dispar* в района на с. Косово е намерена микроспоридиоза в 7,69% от случаите (Табл. 1). Като причинител на заболяването е идентифицирана микроспоридията *Nosema lymantriae* Weiser (Microsporidia, Nosematidae) със среден размер на спорите 4,55 x 2,60 µm (Фиг. 2).

У нас микроспоридията *N. limantriae* е съобщена от Мирчев (1986), Pilarska et al. (1998), Golemansky et al. (2009) и др. Изучена е биологията, патогенезата, разпространението на вида и ролята му на фактор, редуциращ популационната плътност на гостоприемника му. Според Мирчев и др. (1987) в района на ДГС Видин през периода 1980-1985 г. при ниска популационна численост на гъботворката 37,3 %

от гъсениците умират предимно от микроспоридиози, микози и смесени вирусно-микроспоридийни инфекции. Характерно за *N. limantriae* е, че причинява заболявания, които са по-често на ниско ензоотично ниво и рядко предизвиква епизоотии в популациите на гостоприемника си (Pilarska et al. 1998).



Фиг. 2. Nosema limantriae в мъртва гъсеница на гъботворката (Lymantria dispar) от района на с. Косово

Освен патогени в популацията на неприятеля в района на Белоградчик са намерени ентомофаги - ципокрили паразитоиди (Hymenoptera) в 5,17% от събраните гъсеници и тахини (Diptera) - в 3,45% (Табл. 1).

Следва да се отбележи, че ентомопатогените и паразитите се проявяват като фактор, редуцираш плътността на вредните насекоми, обикновено на втората година след появата на каламитет и при условия, благоприятни за развитието им.

Заключение

Установени са причините за високата смъртност на гъсениците на гъботворката в нетретирани популации на неприятеля – местни биоагенти (ентомопатогени и ентомофаги) и интродуцираната ентомофторова гъба *E. maimaiga*. Ниските температури и голямото количество валежи през пролетта на 2014 г. благоприятстваха намножаването на естествените регулатори на популациите на *L. dispar*. Това доведе до намаляване на числеността и ареалът на разпространение на гъботворката за 2015 г. до степен отменяне на третирането с продукти за растителна защита.

Литература

Георгиев, Г., Мирчев, П., Георгиева, М., Матова, М. 2014. Нови находища на *Entomophaga maimaiga* и потискане каламитета на *Lymantria dispar* в Северозападна България. Наука за гората, 1-2, под печат

Мирчев, П. 1986. Проучване на патогенните микроорганизми, влияещи върху числеността на гъботворката *Lymantria dispar* L. у нас. Автореф. Дисерт., ИГ (БАН), 34 с.

Мирчев, П., Пенев, Д., Овчаров, Д. 1987. Фактори, определящи популационната численост на гъботворката. Горскостопанска наука, 4: 59-65.

Balazy, S. 1993. Fungi. Flora of Poland. Entomophthorales. Krakow, Pol. Acad. Sci, 356 pp.

Georgiev, G., Mirchev, P., Georgieva, M., Rossnev, B., Petkov, P., Matova, M., Kitanova, S. 2012. First record of entomopathogenic fungus *Entomophaga maimaiga* Humber, Shimazu and Soper (Entomophthorales: Entomophthoraceae) in *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae) in Turkey. Acta zoologica bulgarica, 64 (2), 123-127.

Georgieva, M., Georgiev, G., Pilarska, D., Pilarski, P., Mirchev, P., Papazova-Anakieva, I., Naceski, S., Vafeidis, P., Matova, M. 2013. First record of *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) in *Lymantria dispar* populations in Greece and the Former Yugoslavian Republic of Macedonia. Sumarski list, 5-6, 307-311.

Golemansky, V., Pilarska, D., Georgiev, G., Takov, D., Todorov, M., Pilarski, P. 2009. Protozoan parasites and pathogens of forest pest arthropods. Silva Balcanica, 11(1): 67-72.

Hajek, A. 1999. Pathology and Epizootiology of *Entomophaga maimaiga* Infectoins in Forest Lepidoptera. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 814-835.

Humber, R. 1997. Fungi: Identification. In: Manual of Techniques in Insect Pathology. London, Academic Press, 153–185.

Humber, R. 2005. Fungi: Entomopathogenic fungal identification. Ithaca, NY, USA, 1-32. http://arsef.fpsnl.cornell.edu

Lacey, L., Brooks, W. 1997. Initial handling and diagnosis of diseased insects. In: Manual of Techniques in Insect Pathology. London, Academic Press, 1–15.

Pilarska, D., McManus, M., Hajek, A., Herard, F., Vega, F., Pilarski, P., Markova, G. 2000. Introduction of the entomopathogenic fungus *Entomophaga maimaiga* Hum., Shim. & Sop. (Zygomycetes: Entomophtorales) to a *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae) population in Bulgaria. J. Pest Science, 73, 125-126.

Pilarska, D., Solter, L., Maddox, J., McManus, M. 1998. Microsporidia from gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) populations in Central and Western Bulgaria. Acta zoologica bulgarica, 50, 109-113.

Reardon, R., Hajek, A. 1993. *Entomophaga maimaiga* in North America: A Review. AIPM, USDA, Ithaca, NY, 23 pp.

Shapiro, M., Robertson, J., Injac, M., Katagiri, K., Bell, R. 1984. Comparative infectivities of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) nucleopolyhedrosis virus isolates from North America, Europe and Asia. J. Econ. Entomol. 77, 153-156.

Vasiljevic, L., Injac, M. 1973. A study of gypsy moth viruses originating from different geographical regions. Plant Protection, 24, 169-186.

IDENTIFICATION OF CONSERVED REGIONS FROM POTATO VIRUS Y GENOME AS TARGETS FOR REGULATION OF GENE EXPRESSION BY GENE SILENCING

N. M. Petrov[1], M. I. Stoyanova[1], R. K. Verma[2], R. Mishra[2], C. Nehra[2], R.K.Gaur[2]
[1]Department of Phytopathology, Plant protection Section, Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria
[2]Department of Science, Faculty of Arts, Science and Commerce, Mody University of Science and Technology, Lakshmangarh-332311, Sikar, Rajasthan, India

Abstract

Potato virus Y (PVY) causes significant economic losses and leads to rapid deterioration of potatoes, tomatoes, pepper and tobacco. There are no effective pesticide control measures and full liberation from viral infection to date. Development of efficient techniques for controlling diseases caused by viruses is essential for reducing the loss of production in agriculture. Production of specific small interfering RNAs against conserved genetic regions of viruses is essential for the regulation of gene expression by induction of post-transcriptional gene silencing. Successful identification of conserved regions which are essential to viruses for use in the design of siRNAs results in inhibition of viral replication and induction of natural resistance of the plants to the viral invasion. Such conservative areas were found in the gene HC-Pro, CP, P3, Nib, CI and 6K2 of PVY.

Key words: PVY, RNAi, conserved regions

Introduction

Potato virus Y (PVY) causes significant economic losses in crops, mainly potatoes, tomatoes, pepper and tobacco. In addition to the plant leaves, symptoms are observed also on the fruit, leading to a significant reduction in the quantity, quality and market presentation. Development of efficient techniques for controlling diseases caused by potyviruses is essential for reducing the loss of production in agriculture. Post-transcriptional RNA-induced gene silencing (PTGS) is one of the plant defense mechanisms against pathogens. By creating specific inductor molecules against conserved regions of the potyviral genome this mechanism can be used to serve for disease control by inhibition of viral replication and induction of natural resistance to the plant virus. The genome of the plants does not change by this approach, which allows conservation of the unique natural plant genomes.

PVY possesses ssRNA(+) genome which translates to a single polyprotein precursor to be co-translational and post-translational cut to mature proteins (Dougherty et al., 1988; Riechmann et al., 1992).

P1 is a proteinase coded by the most variable region from the viral genome with the exception of its C-end (Adams et al., 2005). Merging of P1 and HC-Pro raises the pathogenicity by suppression of the PTGS in the host plant (Kasschau et al., 1998). HC-Pro is a multifunctional protein necessary for the vector transmission of the virus, its systemic movement in the plant and advance from cell to cell, and for the suppression of the PTGS. N-end of HC-Pro has a highly conservative KITC motive related to the interaction between HC-Pro and the aphid stylet (Blanc

et al., 1998). The central part of HC-Pro comprises several domains: PTK which is necessary for the absorption with the CP subunits of PVY virions (Peng et al., 1998), IGN which takes part in the viral replication (Kasschau et al., 1997), two independent domains which are related to the binding of HC-Pro with the viral RNA (Urcuqui-Inchima et al., 2000). The capsid protein CP has 3 domains: a highly variable N-end, containing the main virus specific antigen determinants, a central part and a highly conservative C-end (Shukla et al., 1998). The N-end is exposed on the virion surface and it contains the highly conservative domain DAG related to the aphid transmission (Lopez-Moya et al., 1999). Together with HC-Pro, CP takes part in the modification of the host plasmodesmata to allow cell-to-cell transfer of the virus (Rojas et al., 1997). The highly conservative motive (UCAACACAACAU) in the 5'-non-translating region (5'-NTR) called "Potybox"is specific for potyviruses (Marie-Jeanne-Tordo et al., 1995).

Each of the conservative genetic regions of PVY is a potential target for induction of PTGS.

Material and Methods

RNA extraction from potatoes infected with PVY. Extraction of total RNA was carried out by RNEasy Plant Mini Kit (Qiagen, Germany) according to the instructions of the manufacturer.

Touch-Down RT-PCR. We used 7 primers for the P1, 6K2-NIa and HC/Pro-P genetic regions of PVY with program modification (Petrov, 2012). *Copy DNA synthesis*: denaturation of total RNA (0.05-0.5 μg) was held at 95°C for 5 min with 10 μl primer (PVY Primer 1) in a final volume of 10 μl, followed by cooling on ice to avoid renaturation. Master mix (15 μl) contains: 5 μl of 5x MMLV-buffer, 2 μl of dNTPs (2mM), 0.5 μl of M-MuLV reverse transcriptase (200 U/μl), 7.5 μl deionized H_2O. Incubation was held at 42°C for 60 min. *Master mix for the PCR contains*: 1 μl cDNA, 2.75 μl 10x PCR buffer, 2.2 μl $MgCl_2$ (25 mM), 2.2 μl dNTPs (2 mM), 1 μl PVY Primers (10 μM), 1 μl Taq DNA-Polymerase (5 U/μl), 12.85 μl H_2O. PCR was done in thermo cycler Auto-Q Server (LKB, UK) with the following program: initial denaturation step 3 min at 95°C; 5 cycles 30 sec at 92°C, 30 sec at 62°C, and 90 sec at 72°C; 5 cycles 30 sec at 92°C, 30 sec at 60°C, and 90 sec at 72°C; 5 cycles 30 sec at 92°C, 30 sec at 58°C , and 90 sec at 72°C; 10 cycles 30 sec at 92°C, 30 sec at 55°C, and 90 sec at 72°C; final elongation 10 min at 72°C.

A combination of three primers - PVY Primers 1, 7 and 8 (Petrov, 2012) was used for distinguishing of PVY $^{N/NTN}$ (443 bp) from PVY^{O} (281 bp). Primer pairs S_{9133}/A_{9422} (641 bp) and S_{5585} A_{6032} (448 bp) distinguish $PVY^{N:O}$ (only one product 641 bp) and PVY^{NTN} (two products 641 bp and 448 bp).

Determination of the target regions for PTGS induction. To achieve an applicable comparative analysis we used the genetic data from the sequences of two Bulgarian PVY strains (PVY-BG1 and PVY-BG2) and the available sequences of PVY (different strains) in NCBI by using BLAST 2.2.26+. The conservative regions for the different virus strains are drawn by multiple sequence alignments with Clustal Omega 1.2.1. We analyzed more than 80 full sequences of PVY from NCBI for this purpose.

Results and discussion

The modified touch-down PCR showed very good results for discrimination among the Bulgarian strains of PVY (fig. 1).

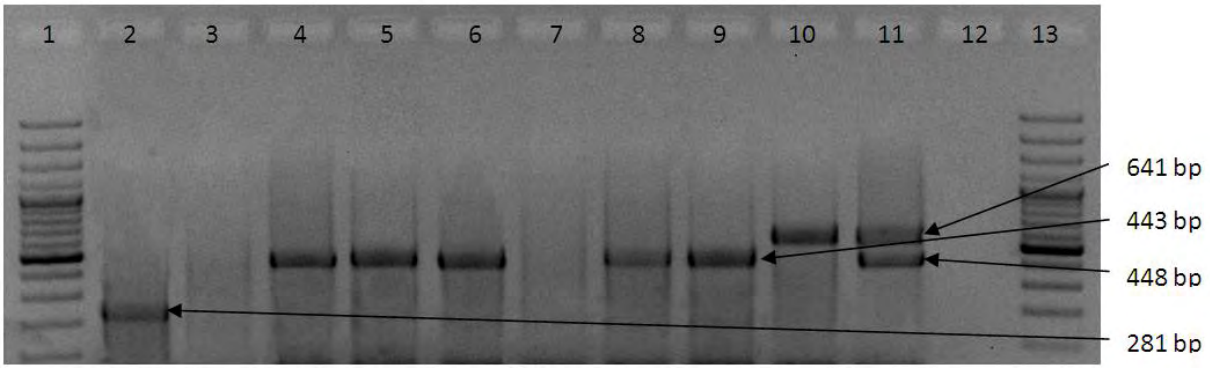


Fig. 1. Touch down RT-PCR of PVY isolates from tobacco samples with primers for P1, 6K2-NIa and HC/Pro-P genetic regions
1, 13 – 100bp DNA ladder; 2-11 – tobacco isolates; 12 – PCR Master mix

The samples from healthy control plants do not amplify in this PCR (fig. 1: 3 and 7). Sample 2 amplifies fragment with length 281 bp, which is characteristic for strain PVY^{O}. Samples 4, 5, 6, 7 and 8 (fig. 1) amplify fragments of 443 bp, which corresponds to $PVY^{N/NTN}$ group of strains. Sample 10 (fig. 1) gives a product of 641 bp, which is representative of $PVY^{N:O}$. Sample 11 (fig. 1) produces two bands – of 641 bp and of 448 bp, which indicates its belonging to strain PVY^{NTN}.

Conservative sequences from the P1 genetic region of PVY

Conservative sequences from the P1 genetic region are drawn after comparative analysis of the sequences of two Bulgarian isolates (BG1 strain $PVY^{N/NTN}$ and BG2 strain PVY^{NTN}) with the sequential data of PVY in NCBI. The comparative analysis of the four sequences with program Clustal Omega v1.2.1 allows to find suitable regions for primer design (fig. 2: regions marked by arrows).



Fig. 2. Comparative analysis of the P1 genetic region of Bulgarian PVY isolates with strains PVY^{NTN} and PVY^{Wilga} from the data in NCBI

BLAST analysis shows matching of the overlapping genetic region of the two Bulgarian strains with the regions between 542-768 bp and 648-874 bp of the genome of PVY^{NTN}, between 629-855 bp and 643-869 bp of the genome of PVY^{N}, between 644-870 bp of the genome of PVY^{Wilga}, and between 611-837 bp and 642-868 bp for other PVY isolates.

The fragment flanked by the outermost possible primers is of 203 bp length.

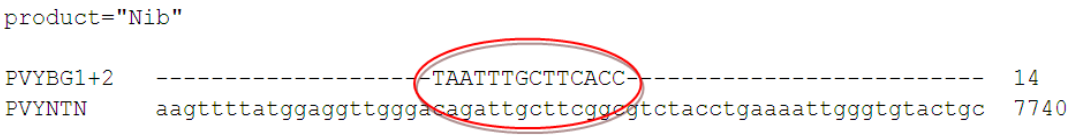
Conservative sequences from the HC-Pro genetic region of PVY

Yongsheng et al. (2007) have designed a primer pair for e genetic region of HC-Pro: Primer 1 (5'TAG GAT TCT GTC GAA TGC CGA CAA TTT T 3') and Primer 2 (5' TAC TGC AGA CCA ACT CTA TAA TGT TT 3'). The fragment flanked by the primers is 1386 bp.

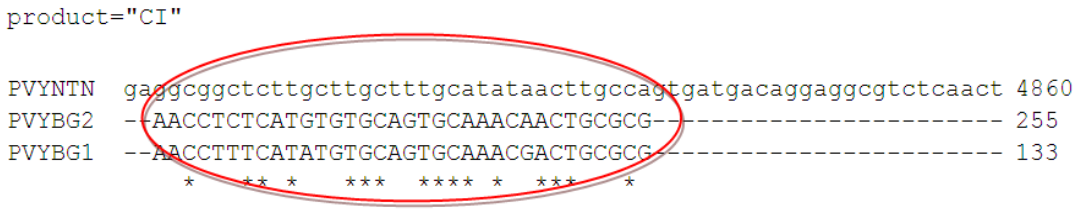
Conservative sequences from other genetic regions of PVY

The results from the comparative analysis of the Bulgarian isolates PVY-BG1 and PVY-BG2 with strain PVY^{NTN} (GenBank: EF026075.1) by Clustal Omega for conservative regions in genes Nib, CI и 6K2 are as follows:

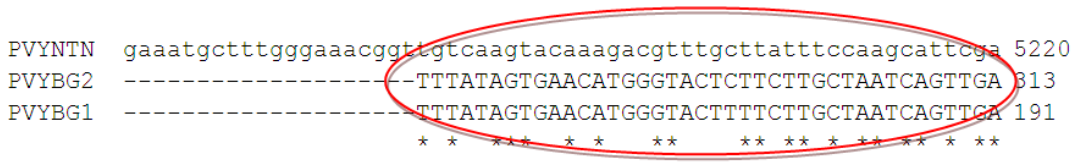
- conservative sequence of 14 bp from the Nib gene region of PVY:



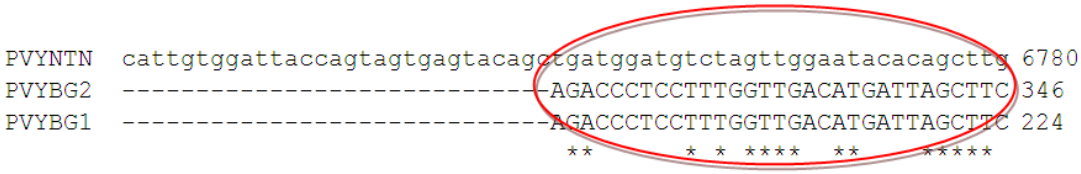
- conservative sequence of 34 bp от CI gene region of PVY:



- conservative sequence of 40 bp from the CI gene region of PVY:



- conservative sequence of 31 bp from the 6K2 региона на PVY:



The conservative regions which were chosen as potential targets for design of specific dsRNAs and siRNAs are essential for efficient viral replication and marked in red (fig. 2). Differences in fragment length are due to their different location within the genome and the presence of nucleotide deletions within the sequence of the region.

Conclusions

Of all analyzed genetic regions of PVY for presence of conserved domains as targets for PTGS, HC-Pro features multifunctionality and key functions for spread of the virus. HC-Pro is essential for viral replication, efficient transmission by vectors, cell-to-cell as well as systemic movement of the virus in the host plant. The role of the HC-Pro is extremely important as the only viral suppressor of gene silencing in the host plant. Those crucial functions of the viral protein and its primary role in blocking the protective mechanisms of the host plant led us to choose the gene region of HC-Pro as a target for the preparation of dsRNA and siRNA for initial experiments.

References

Adams M., J. Antoniw and C. Fauquet. (2005). Molecular criteria for genus and species discrimination within the family Potyviridae. *Arch Virol.,* 150: 459-479.

Blanc S., E. Ammar, S. Garcia-Lampasona, V. Dolja, C. Llave, J.Baker and T. Pirone. (1998). Mutations in the potyvirus helper component protein: effects on interactions with virions and aphid stylets. *J Gen Virol.,* 79: 3119-3122.

Dougherty W.G. and J.C. Carrington. (1988). Expression and function of potyviral gene products. *Ann Rev Phytopathol.*, 26: 123-143.

Kasschau K. and J. Carrington. (1998). A counter defensive strategy of plant viruses: suppression of posttranscriptional gene silencing. *Cell,* 95: 461-470.

Kasschau K., S. Cronin and J. Carrington. (1997). Genome amplification and long-distance movement functions associated with the central domain of tobacco etch potyvirus helper component-proteinase. *Virology,* 228: 251-262.

Lopez-Moya J., R. Wang and T. Pirone. (1999). Context of the coat protein DAG motif affects potyvirus transmissibility by aphids. *J Gen Virol.,* 80: 3281-3288.

Marie-Jeanne-Tordo V., A.M. Chachulska, H. Fakhfakh, M. Le Romancer, C. Robaglia, and S. Astier-Manifacier. (1995). Sequence polymorphism in the 5' NTR and in the P1 coding region of potato virus Y genomic RNA. *J Gen Virol*., 76: 939-949.

Peng Y., D. Kadoury, A. Gal-On, H. Huet, Y. Wang and B. Raccah. (1998). Mutations in the HC-Pro gene of zucchini yellow mosaic potyvirus: effects on aphid transmission and binding to purified virions. *J Gen Virol.,* 79: 897-904.

Petrov N. (2012). Potato virus Y (PVY) on Solanaceae crops. Dissertation. *Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection "N. Pushkarov",* Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria.

Riechmann J.L., S. Lain and J.A. Garcia (1992). Highlights and prospects of potyvirus molecular biology. *J Gen Virol.,* 73: 1-16.

Rojas M., F. Zerbini, R. Allison, R. Gilbertson and W. Lucas. (1997). Capsid protein and helper component-proteinase function as potyvirus cell-to-cell movement proteins. *Virology,* 237: 283-295.

Shukla D.D., P.M. Strike, S.L. Tracy, K.H. Gough and C.W. Ward. (1988). The N and C termini of the coat proteins of potyviruses are surface-located and the N-terminus contains the major virus-specific epitopes. *J Gen Virol.,* 69: 1497-1508.

Urcuqui-Inchima S., I. Maia, P. Arruda, A. Haenni and F. Bernardi. (2000). Deletion mapping of the potyviral helper component-proteinase reveals two regions involved in RNA binding. *Virology,* 268: 104-111.

Acknowledgements. *This study was supported by the National Science Research Fund of Bulgaria by contract No ДНТС Индия 01/1.*

DIAGNOSTICS OF POTATO VIRUS Y INFECTIONS IN POTATOES BY REMOTE SENSING METHOD, REGISTERING VARIATIONS IN THE REFLECTION SPECTRUM

N. Petrov[1], S. Maneva[1], D. Krezhova[2]
[1]Department of Phytopathology, Plant protection Section, Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Pushkarov", Sofia, Bulgaria
[2]Space Research and Technology Institute – BAS, Sofia, Bulgaria

Abstract

Potatoes are the most widely grown tuber among plants in the World and the third highest volume of crude production after rice and wheat. The high biological value of potatoes, their widespread use as food or feed, raw materials for industry and their undoubted advantages in agro technical terms determine their economic importance. Viruses cause significant losses for potato production. To reduce losses in potato productions regarding their quality and quantity of great importance have rapid diagnostics and detection of asymptomatic viral infections. One of these methods is based on the spectral reflection of the light. Differences in the spectral reflection of the healthy and infected potato cultivars with viruses have been established. It has been an increase in the values of the spectral reflection of the infected plants with Potato virus Y (PVY) versus healthy in the range 520 - 640 nm which is due to a change in the content of the leaf pigments -chlorophylls and carotenoids. These values decrease in the range 720 - 850 nm, due to the change of the structural components of the cell, compared to the corresponding values of the reflection of healthy plants. The database can serve as a satellite early detection of viral infections in potatoes to limit viral epidemics.

Key words: Remote sensing, potatoes, PVY

Introduction

Potato virus Y (PVY) causes variety of symptoms depending on the virus strain, cultivar of the host plant, climatic conditions and geographic region. The most common symptoms of the disease on potatoes are: mosaic and wrinkled leaves, moderate to severe blots of leaves often resulting in deformation and folding of the leaf lamina, chlorosis and necrosis, necrotic yellow vein, necrotic spots and circles on tubers, drying of leaves and defoliation (Petrov, 2012).

The main methods for identification of PVY in different vegetative parts of the plants are DAS-ELISA and RT-PCR. RT-PCR technique is relatively more sensitive and more specific when compared with DAS-ELISA, as it is a direct detection method for a corresponding sequence of the genome of the virus, while ELISA is a serological method detecting characteristic protein antigenic determinant of the coat protein of the virus. Disadvantages of both methods are their destructiveness, i.e., it is necessary to pick and treat plant parts in situ or in the laboratory.

There are no licensed and proven non-destructive and remote diagnostics of viral infections in plants.

Early diagnosis of PYVV infection in potato plants was improved by applying a wavelet-based multifractal analysis to the primary remotely sensed spectroradiometry data, allowing for the earliest detection of infection six days after inoculation which was 29 days prior to the detection of visual symptoms by a trained. The main advantages of multifractal analysis lay in the earliness of diagnosis of PYVV infection in plants and the statistical accuracy of results. The spectral vegetation indices NDVI, SAVI and IPVI confirmed their usefulness in accurately evincing the infection caused by PYVV. The discrete sections of the multispectral reflectance spectrum (blue, green, red, NIR) used to estimate them have confirmed their accuracy in diagnosing the PYVV infection, 25 and 23 days after the virus inoculation (Chávez et al., 2010).

When a plant is infected or damaged by a stress factor realizing the problem is when visible symptoms appear. Literature related to early stages of an infection is very limited. There is plenty of information regarding the spectral response of the evolution of chlorophyll through a leaf's circle of life, although measurements under stress conditions are limited, as biochemical measurements are destructive. (Krumov et al., 2008; Chaerle et al.,2006). These efforts have many differences in the methods and experiment procedure. They focus on various species or damaging factors. The work of the groups differentiate as for the methods and procedures and their target that is applying hyper spectral imaging in the leaf level (Lenk et al, 2007). When something goes wrong in a plant, and its homeostasis is disturbed, defense mechanisms try to compensate for the impact of the problem (Muhammed, 2002).

The purpose of this work is the use of remote method of detecting changes in the reflection spectrum of healthy and infected with PVY potato plants. The results obtained were compared and confirmed by DAS-ELISA.

Material and methods

- Plants: - 3 plant pots with Potatoes cv. Ambition;
- Virus: PVY strain N obtained from the virus collection of Institute of soil sciences, agro technologies and plant protection (ISSAPP)

Mechanical inoculation of plants with PVY: The plants are inoculated by Noordam, (1973). Prior to inoculation, the plants were placed in a room with low light (shading), sprinkled with water and the leaves were dusted with carborundum 400-600 meshes.

One gram of the symptomatic plant foliage was homogenized in 1 ml of cooled to 4 C° 0.1 M potassium sodium phosphate buffer, pH 8.0 containing 0.2% Na_2SO_3 and 0.2% ascorbic acid. Inoculations were performed by gently rubbing the leaves with this homogenate. After 3-5 minutes, the plants were washed with water.

Serological diagnostic test: DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay):

The analysis was conducted by the method of Clark and Adams (1977). We have used a commercial kit of LOEWE Biochemica GmbH, Sauerlach, Germany. ELISA plates are loaded with antiserum (IgG) for PVY, with dilutions (according to the instructions of the manufacturer)

in 0.05 M carbonate buffer. The samples were incubated for 4 hours at 37 ° C, and the unbound components were washed out with PBS-T buffer for 5 min. All samples were grounded in extraction buffer containing 1% PVP (polyvinyl pyrrolidone) in a ratio of 1:10. The plates were incubated at 4 °C for 16 hours. Following the third wash step alkaline-phosphatase conjugate for PVY was added and the plates were incubated for 4 hours at 37 °C. The used substrate is p-nitrophenyl phosphate (p-nitrophenyl phosphate, Sigma) in diethanolamine buffer (pH 9.8) at a ratio of 1mg/ml. The reaction proceeded in the light at room temperature and was stopped with 3N NaOH. The adsorption of the color reaction is measured at multifunctional detector (DTX 880) at a wavelength of 405 nm.

The positive samples had optical density (OD) over the threshold (Cut-off) which is two times the value of the negative control.

To obtain the spectral characteristics (SRC) of leaves **Hyperspectral remote sensing** (HRS) technique based on reflectance measurements were applied (Krezhova et al., 2014). First derivative of SRC was calculated. Spectral reflectance data were used for calculating six vegetation indices - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Photochemical Reflectance Index (PRI), Simple Ratio (MSR vegetation biophysical parameters), Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index (MCARI), Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index (TCARI), Normalized Pigment Chlorophyll Index (NPCI) (Chew et al., 2014). Data of leave reflectance measurement were statistically analysed by Student t-test (Statistica 6.0).

Results and Discussion

Stress causes physiological or anatomical changes in plants - nutrient deficiencies, moisture stress, disease, insect injury, etc. These changes may affect energy reflected or emitted in plants. Remote sensing can measure changes to energy reflected or emitted. Leaves reflectance gave us information about pigments, internal leaves structure and plant geometry. On the Fig. 1are plotted spectral characteristics (SC) of healthy and infected potato leaves. In the production of chlorophyll leaves absorb light. The more chlorophyll, the more absorbed, and hence less is reflected. In Fig. 1 it is seen that in the blue area of the light spectrum emitted from the healthy plants (leaves reflectance) is less than that of the infected. This is an indication of the presence of stress in plants. Provided statistical analysis (t-test) showed statistical significance of the reflectance within 539-570 nm. Compare to healthy leaves infected reflect less near-infrared light (NIR) – another confirmation for existing of stress in infected leaves (Fig 1).

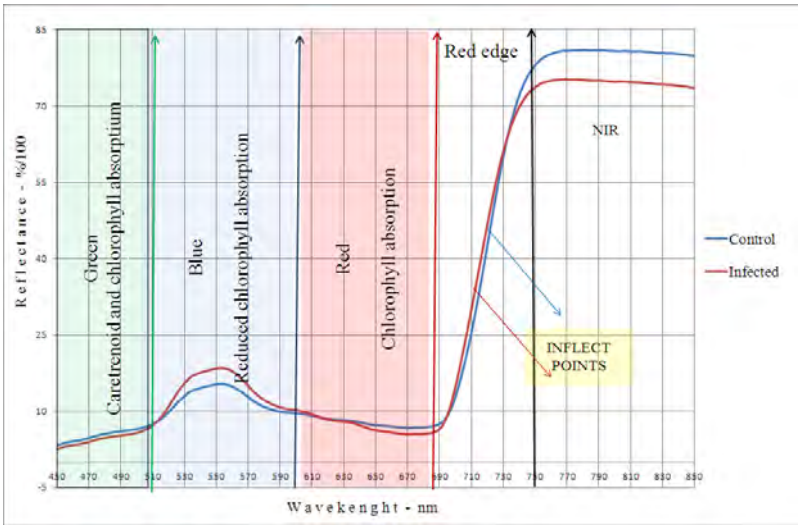


Fig. 1. Average spectral characteristics (SRC) of control and infected potato cv. Ambition leaves

Spectral derivative and red edge analysis

Red edge shifts and shapes of the red peak in the first derivative curve have been studied for the healthy and viral infected potato plants (Fig 1, Fig 2). The plotted lines of the first derivation show the maximum of SRC derivatives for control leaves and virus infected leaves. Shifts to lower wavelengths, by about 7 nm (712 nm and 721 nm respectively for infected and healthy leaves) are observed which is indicator for existence of plant injury.

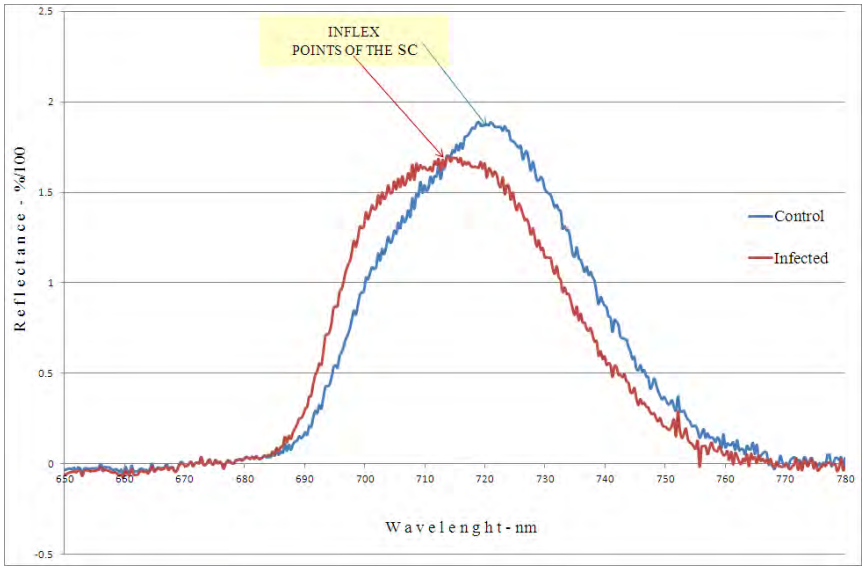


Fig. 2. Maximum of the first derivatives on spectral characteristics (SRC) of control and PVY infected potato cv. Ambition leaves

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is the most common vegetation index used for detection of stress in the plants. The decrease of the index of the unhealthy samples confirmed the reduction of the chlorophyll caused by the viral infection (Tabl. 1).

Table 1. Vegetation indices

Potato leaves	NDVI	PRI	MSR	MCARI	TCARI	NPCI
Healthy	0.857 C_1	0.029 C_1	0.078 C_1	7.50 C_1	22.18 C_1	6.92 C_1
PPV-infected	0.809 ***	0.015 ***	0.090***	7.75 *	35.07 ***	6.02 ***
F	92.48	104.50	41.12	9.32	14.87	9.21
$LSD_{0.05}$	0.012	0.002	0.002	0.23	3.32	0.19

Indices: Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index (MCARI), Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index (TCARI) and Normalized Pigment Chlorophyll Index (NPCI) show the change of chlorophyll production too. The results detected changes in photochemistry [Photochemical Reflectance Index (PRI)] and vegetation biophysics [Modified Simple Ratio (MSR)]. All calculated indices appeared to be sensitive to changes in vegetation of infected leaves compare to control. All obtained differences are statistical significance of (Table 1).

Confirmation of the results from spectral reflectance of healthy and infected potato leaves was done by DAS-ELISA (Fig.3).

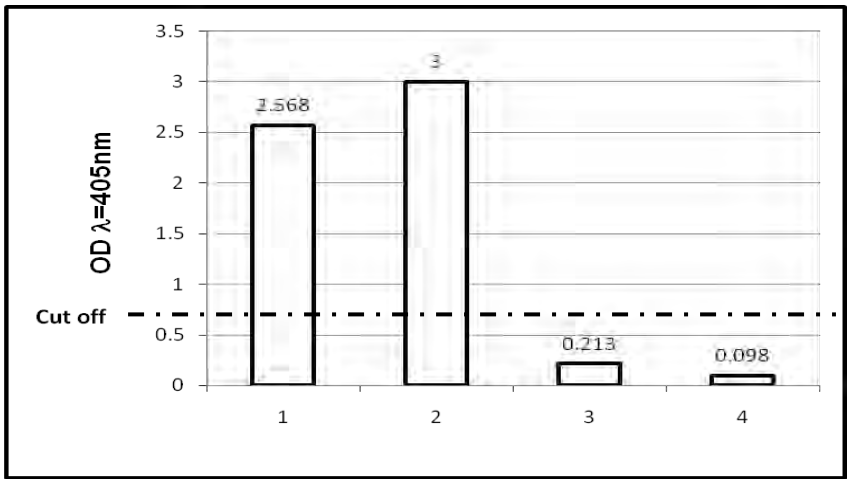


Fig. 3. DAS-ELISA results of potato samples

Legend: 1- Infected with PVY potato leaf, 2- Positive control for PVY from the kit, 3- Negative control of PVY from the kit, 4 – Negative buffer control from the kit

Conclusion

The results showed that the remote sensing is a good method for early stress detection in the plants but it is still not able to determine the reason of that stress.

References

Chaerle L., S. Lenk, D. Hagenbeek, C. Buschmann and D. Van Der Straeten (2006). Multicolor fluorescence imaging for early detection of the hypersensitive reaction to tobacco mosaic virus. *J Plant Physiol*., 164: 253-262.

Chávez P., C. Yarlequé, O. Piro, A. Posadas, V. Mares, H. Loayza, C. Chuquillanqui, P. Zorogastúa, J. Flexas and R. Quiroz. (2010). Applying Multifractal Analysis to Remotely Sensed Data for Assessing PYVV Infection in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Crops. *Remote Sensing,* 2: 1197-1216; doi:10.3390/rs2051197

Chew W. C., M. Hashim, A. M. S. Lau, A. E. Battay and C. S. Kang. (2014). Early detection of plant disease using close range sensing system for input into digital earth environment. 8th *Int Symp of the Digital Earth (ISDE8),* 1-5, doi:10.1088/1755-1315/18/1/012143

Clark M. and A. Adams. (1977). Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J Gen Virol.*, 34: 51–857.

Kreezhova D., S. Maneva and I. Moskova. (2014). Hyperspectral remote sensing applications for environmental protection. *II Int Conf on radiation and dosimetry in various fields of research*, May 27-39, 2014, Serbia

Krumov A., A. Nikolova, V. Vassilev and N. Vassilev. (2008). Assessment of plant vitality detection through fluorescence and reflectance imagery. *Adv Space Res*., 41: 1870-1875.

Lenk, S., L. Chaerle, E. Pfundel, G. Langsdorf, D. Hagenbeek, H. Lichtenthaler, D. Van Der Straeten and C. Buschmann (2007). Multispectral fluorescence and reflectance imaging at the leaf level and its possible applications. *J Exper Botany*, 58: 807-814.

Muhammed H. (2002). Using hyper spectral reflectance data for discrimination between healthy and diseased plants, and determination of damage-level in diseased plants. In 31st Applied Imagery Pattern Recognition Workshop, volume 0-7695-1863-X/02.

Noordam D. (1973). Identification of plant viruses: methods and experiments. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation; p. 207. ISBN:9022004643

Petrov N. (2012). Potato virus Y (PVY) in Solanaceae crops. Dissertation. *ISSAPP "N. Pushkarov", Agricultural Academy*, Sofia, Bulgaria.

Acknowledgements. *This study was supported by the National Science Research Fund of Bulgaria by contract No ДФНИ/Б02/21.*

ФУЗАРИОЗА ПО ФЪСТЪЦИТЕ, КАТО ПРИЧИНА ЗА ЗАГИВАНЕТО НА КЪЛНОВЕТЕ. МЕТОДИ ЗА БОРБА

Станислав Стаматов
Институт по растителни генетични ресурси, Садово

FUSARIUM BY PEANUTS AS A REASON FOR THE DESTRUCTION OF THE GERMS. METHODS OF STRUGGLE

Stanislav Stamatov
Institute of Plant Genetic Resources, Sadovo
E-mail: Stanislav44@abv.bg

Abstract

The problem with thinning of peanuts crops due to the destruction of the germs stands particularly strong in recent years. It was necessary to establish the source of infection and to find effective disinfectants. Until recently thought to authoritatively claim that the destruction of germs due to soil pathogens proved wrong. In laboratory conditions, wherein seed germination in a thermostat was found that the infection is carried systemically striking seedlings during germination. In alleging us experiment of diseased seedlings, conductive vessels and poods was isolated species of Fusarium graminearum. Removal from the list of authorized plant protection powder Vitavaks who for many years served as decontamination of seeds have demand for adequate substitutes. Powdered preparations hinder sowing and granulated not achieve the desired effect. In the present study tested preparations which seeds are disinfected in a semi-wet way.

Key words: peanuts, fusarium, systemic infection, resistant varieties, dressers

Увод

Фузариумът по фъстъците причинява загниване на семената, кълновете и растенията през цялата вегетация. Причинява се главно от видовете Fusarium oxisporum, Fusarium graminearum и Fusarium colmorum (Георгиев 1992). Fusarium solani се среща рядко като патоген в България, но е основен за Аржентина (Garcia and Mitchell 1975; Frederico et. All 2007; Gil et. all 2008). Фузариумън се развива по проводящата система на растенията, като я разрушава, отначало загиват отделни разклонения, след което цялото растение. Фузариумът се разпространява чрез семената, попадайки в зародиша (El-Maghrabi and El-Maghrabi 1987). Гъбите от род Fusarium се развиват най-добре в почви с неутрално, до слабо алкално Ph (*Dongmo and Oyeyiola 2006*). Новосъздадените сортове български фъстъци са високопродуктивни, но и силночувствителни на фузариоза. Това е причината за силно негативно влияне върху фъстъкопроизводството през последните години. При рязко захлаждане на времето, съпроводено с валежи след сеитбата на фъстъците посевите могат да бъдат напълно компроментирани, пониква не повече

от 30% от семената. Наред с фузариума, като почвени патогени се срещат и склеротинията, ризоктонията и питиума (Widodo and Budiarti 2009). Гъбите от род Fusarium spp. вредят през цялата вегетация. Заразените растения изсъхват напълно преди или след като са образували семена. От растенията, които са заразени, но успяват да образуват плодове, заразата се пренася в семената, които видимо изглеждат здрави . Засяти такива семена носят заразата в зародиша си и впоследствие се атакуват от други почвени патогени (Sharmin and Shamsi 2013).

Изследователи посочват, че продуктите от жизнената дейност на гъбите от р. Fusarium са микотоксини опасни за човешкото здраве (Csinos and Gaines 1986; Windingstad et. all 1989) Вегетационната борба с тази болест е изключително трудна и неефективна (Георгиев и Димов 1987). Бурното развитие на химическата промишленост и завишените екологични стандарти, доведоха до отпадането на прахообразните обеззаразители. Това доведе до силен спад в добивите от фъстъци в България. Вегетационната борба с тази болест е изключително скъпа и неефективна и поради тази причина е препоръчително да се използват устойчиви сортове и ефективни обеззаразители.

Целта на настоящото изследване е да се изпита ефективността на някои от разрешените за употреба в Р. България химични средства за обеззаразяване на семената срещу гъби от род Fusarium.

Материал и методи

Обект на настоящото изследване е сорт Станко, селекциониран в ИРГР – Садово, признат и вписан в Европейската сортова листа през 2008 г. За изолиране на причинителя при стерилни условия бяха взети спори от гъбата причинител от повредени кълнове, проводящата система и плодовете на фъстъците (сн. 1, 2 и 3). Посявка от тях беше направена върху изкуствена хранителна среда агар-агар.



Сн. 1. Заразен зародиш

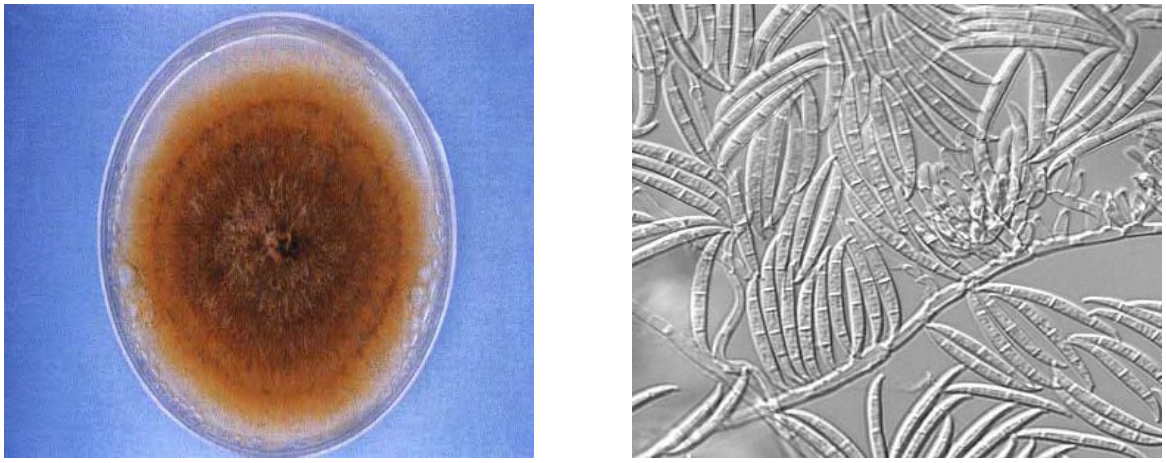


Сн 2. Запушване на проводящитесъдове причинено от гъби от р. Fusarium



Сн 3. Растение успяло да завърши вегетацията си заразено с фузариум

Изолирания патоген беше наблюдаван и определен на дигитален микроскоп Deluxe, като Fusarium graminearum (сн. 4).



Сн. 4. Мицел и спори на гъбата причинител Fusarium graminearum

Видимо развити семена от този сорт бяха обеззаразени с редица разрешени препарати за РЗ по полумокър начин. За обеззаразители бяха използвани препарати с търговски наименования Анкор (Тирам 200 гр/л + 200 гр/л Карбоксил), Ранкона (Ипоконазол 4,61 гр/л), Топсин М (70% Тиофанат метил) и Похумус (Калиеви соли от хуминови киселини). Третирането се извърши по полумокър начин, като за 100 кг. семена, бяха изпитани различни дози от препаратите, разтворени в 4 л. вода. Формираха се следните варианти, таблица 1. За контрола бяха използвани нетретирани семена.

Таблица 1. Варианти на опита

Варианти	
1	Контрола
2	Анкор 200 мл
3	Анкор 200 мл+Похумус 100гр
4	Анкор 300 мл
5	Анкор 300 мл.+Похумус 100гр
6	Ранкона 100 мл
7	Ранкона 130 мл
8	Ранкона 100 мл+Похумус 100 гр
9	Похумус 100 гр
10	Топсин М 100 гр
11	Топсин М 200 гр
12	Топсин 100 гр+Похумус 100 гр

По петдесет семена от всички варианти бяха заложени в термостат при температура 22˚С. Отчитанията се извършваха на третия ден. Отчитани бяха брой покълнали семена, брой непокълнали семена, повредени семена и дължина на кълна.

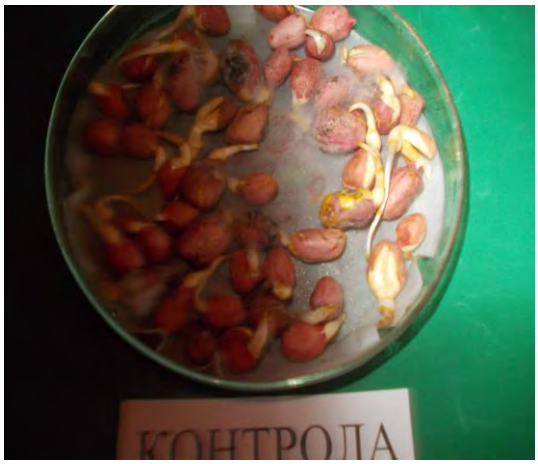
Резултат и обсъждане

В таблица 2 са показани резултатите от изпитването на всички обеззаразители.

Таблица 2. Ефективност на изпитваните обеззаразители

Варианти		Покълнали	%	Повредени	%	Непокълнали	%	Дължина на кълна, cm
1	Контрола	22	44	24	48	4	8	23.9
2	Анкор 200 мл	47	94	1	2	2	4	42
3	Анкор 200 мл+Похумус 100гр	47	94	0	0	3	6	34.9
4	Анкор 300 мл	44	88	2	4	4	8	34
5	Анкор 300 мл.+Похумус 100гр	45	90	3	6	2	4	39.3
6	Ранкона 100 мл	40	80	4	8	1	2	27.1
7	Ранкона 130 мл	43	86	0	0	7	14	27
8	Ранкона 100 мл+Похумус 100 гр	46	92	0	0	4	8	26.9
9	Похумус 100 гр	39	78	5	10	6	12	30.4
10	Топсин М 100 гр	26	52	15	30	9	18	29.3
11	Топсин М 200 гр	18	36	14	28	18	36	36.5
12	Топсин 100 гр+Похумус 100 гр	28	56	19	38	3	6	36.7

От заложените в контролата семена покълнаха 44%, повредени бяха 48%, непокълналите бяха 8%. Средната дължина на кълна при покълналите семена беше 23,9cm (сн. 5).



Сн. 5. Контрола с необеззаразени семена

На снимката личи мицела на гъбата и повредените кълнове. Такива семена не могат да продуцират нормално гарниран посев. Най-добри резултати, относно процента покълнали семена със здрави кълнове се наблюдава при варианта с Анкор 200 ml за 100 кг семена внесен по полумокър начин с 4 л вода. 94% от семената са покълнали със здрави кълнове, 2% са непоникнали и 4% са повредените семена, (сн. 6). Техните кълнове са с най-голяма средна дължина, което показва и стимулиращото действие на препарата, което се дължи на активното вещество Карбоксил в комбинацията. При увеличаване дозата на Анкор до 300 ml, се наблюдава намаляване на кълняемоста. Тя спада до 88% за сметка на повредените и непокълналите семена.



Сн. 6. Семена обеззаразени с Анкор 200 g/100 kg



Сн. 7. Семена обеззаразени с Ранкона 100 ml/100 kg и Похумус 100 g/100 kg

Добра жизненост на семената се наблюдава и в комбинацията Ранкона 100 ml и Похумус 100 гр, (сн. 7). При нея 92% от семената са покълнали и здрави, липсват повредените, а непокълналите са 8%.

Изводи

Гъбите от род Fusarium graminearum се пренасят в зародиша на видимо здрави семена при чувствителните сортове фъстъци.

Необеззаразени или третирани с неподходящ обеззаразител, такива семена изгниват и продуцират посев с недобра гарнираност.

Препаратите с активни вещества Тирам 200 гр/л + 200 гр/л Карбоксил и 70% Тиофанат метил+Похумус, показват отличен контрол върху гъбата и са подходящи за обеззаразяване на семената от фъстъци по полумокър начин.

Литература

Георгиев, С., Д. Добрев 1987. Устойчивост на интродуцирани и местни сортове фъстъци от група Valencia към причинителите на фузариоза (Fusarium sp.) и сиво гниене (Sclerotinia arachidis). Почвознание, агрохимия и растителна защита , год. 22, №5

Георгиев 1992. Производство на фъстъци. Авлига, Хасково

Csinos, A. S.; Gaines, T. P. 1986. Peanut pod rot complex: A geocarposphere nutrient imbalance. Plant Disease 1986 Vol. 70 No. 6 pp. 525-529

Cole**, PE Nelson, TJ Roffe, RR George, JW Dorner 1989.** Fusarium mycotoxins from peanuts suspected as a cause of sand hill crane m mortality. Tex Journal of Wildlife Diseases [J. WILDL. DIS.], vol. 25, no. 1, pp. 38-46 as Parks and Wildlife Department, Austin, Texas 78744, USA

Dongmo JC, GP Oyeyiola (2006) Fusaria in the Rhizosphere and Rhizoplane of Groundnut (Arachis hypogaea). Journal of Agricultural Research and Development, Vol 5, No 2 (2006)

El-Maghrabi O.M.O. and S. S. El-Maghrabi 1987. Mykroflora and mycotoxins of peanut (Arachis hypogaea L.) seeds in Egypt. 1-sugar fungi and natural occurrence of mycotoxins. Mycophatologia June 1987, Volume 98, Issue 3, pp 165-170

Federico G. Rojo, Maria M. Reynoso, Marcela Ferez, Sofía N. Chulze1, Adriana M. Torres 2007. Biological control by *Trichoderma* species of *Fusarium solani* causing peanut brown root rot under field conditions. Crop Protection, Vol. 26, Issue 4, April 2007, Pages 549–555

Garcia, R.; Mitchell, D. J. 1975. Interactions of Pythium myriotylum with Fusarium solani, Rhizoctonia solani, and Meloidogyne arenaria in pre-emergence damping-off of peanut. Plant Disease Reporter Vol. 59 No. 8 pp. 665-669

Gil1 S. Vargas, R. Pedelini, C. Oddino, M. Zuza, A. Marinelli and G.J. March1, 2008. The role of potential biocontrol agents in the management. Journal of Plant Patho logy, 90 (1), pp.35-41

Sharmin S and S. Shansi 2013. In Vitro control of Five Pathogenic Fungi Isolated from Groundnut (Arachis hipogeae L.). J. Asiat. Soc. Bangladesh, Sci. 39(1): 27-33, June 2013

Widodo and Budiarti 2009. Suppression of Fusarium root rot and southern blight on peanut by soil solarization. J. ISSAAS Vol. 15 No. 1: 118-125Windingstad RM, RJ

RATIONALIZING THE USE OF NOTROGENOUS NUTRIENTS AND PHOSPHO-POTASSIUM ON THE CULTIVATION OF THE POTATO IN THE LOUKKOS, MOROCCO

Hamza Briak[1], Ahlam Hamim[2], Rachid Moussadek[2], Khadija Aboumaria[1], Rachid mrabet[2]
[1]Laboratory of Geosciences and Environment. Faculty of Sciences and Techniques (FST). BP-416 Tangier, Morocco.
[2]National Institute for Agricultural Research (INRA), Morocco.
E-mail: hamza.briak@gmail.com

Abstract

The aim of this work is to study the response of potato crop to different doses of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers to improve the yield of potato crop in the region.

The experimental trial consists of 32 basic plots. This protocol allows to study the effect of 4 doses of each nutrient (N, P & K) and their interactions. Soil samples were taken at different vegetation stages of potato at two depths: 0-20 and 20-40 cm. Various elements have been identified including: Texture, pH, total carbon (C), electrical conductivity (EC), organic matter (OM), nitrogen (N), available phosphorus (P), potassium (K), and the density of the AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungal) of spores in each sampling point.

The statistical results showed that soil fertility status is moderately poor in nitrogen, potassium and available phosphorus. These soils are also characterized by a significant dominance of spores with an average of 2155 spores per 100 g of dry soil surface and an average of 1321 spores per 100 g of dry soil in depth.

The result have shown that the dose X2 of nitrogen, X0 phosphorus and X1 potassium (2 0 1) allow us to have the best yield of potato with good average of mycorhization.

***Key words**:* Potato, fertilization, mycorhization, yield, Loukkos.

Introduction

In Morocco potato occupies an important place in the vegetable sector. Indeed, it covers currently alone an area of about 65,000 hectares, with production ranging from 1.3 to 1,400,000 tons (Skiredj, 2007). However, with an average yield of 18-20 t/ha, productivity is generally low. This weakness in productivity is due to various reasons, potato seed quality, crop management and fertilization technique (Bamouh, 1999). In the first hand, one of the key factors in improving performance is to adjust management of fertilization. This technique should be managed in an appropriate way to protect the environment. Indeed, the potato is a demanding crop nutrient; it has a particular need for phosphorus, potassium and nitrogen. In the second hand, according Kernaghan (2005) development of mycorrhizae offers a great opportunity to maximize the production of potato especially through their role in the absorption of phosphorus from the soil. It reduced and the amount and / or phosphate fertilizer application rate. Therefore, control of fertilization remains one of the most important techniques to consider. It is based mainly on the determination of mineral elements in plant needs and optimal doses to make. Our goal was to test

potato to the contribution of different doses of nitrogen, phosphorus and potassium, and secondly, to determine the optimal doses of nitrogen, phosphorus and potassium for potato.

Materials and Methods

The experiment was carried out at the experimental fields of the National Institute for Agricultural Research (INRA, Morocco), characterized by a sandy soil, unsalted and an acidic pH. The experimental plot extends over 936 m² (52*18 m²), irrigated by drip. The latter was divided into 32 basic plots (Figure 1), each plot has 6 lines separated by a distance of 70 cm and the area of each parcel is 21 m^2. The end edges and lines are not used for any measure contrary to the remaining lines. The number of plants grown by line 20 is separated by 30 cm; we obtain 120 plants per basic plot.

The maximum dose of nutrient to bring is (X3), knowing that the minimum is 0 (X0). The following formula is used to determine the other two doses: S = (X31 / 2 - X01 / 2) / 3

Doses are: X0; X1 = (X01 / 2 + S) 2; X2 = (X01 / 2 + 2S) 2; X3.

Soil samples were taken at different stages of development of the potato and at two depths: 0-20 and 20-40 cm. Various elements have been identified including: Texture, pH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM), nitrogen (N), available phosphorus (P), potassium (K), and the density of the AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungal) of spores in each sampling point.

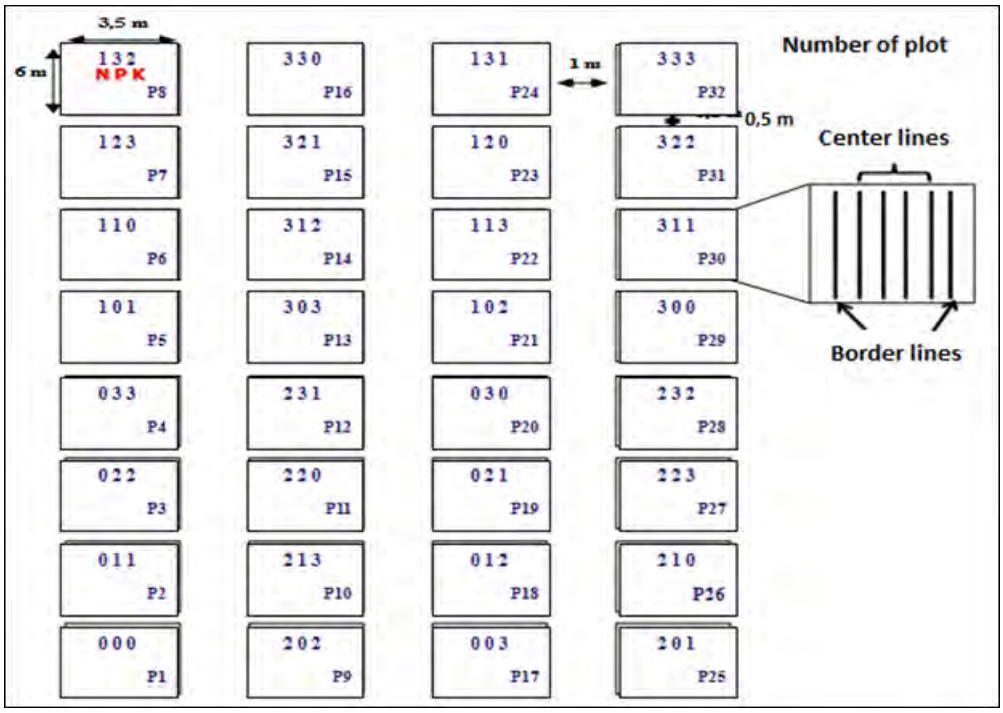


Fig. 1. Plan fertilization trial of potato crop

Results and Discussion

Soil characteristics

Our results (table 1) show that the sand content exceeds 80%. This is therefore a sandy soil texture for both surface and deep soils. Conductivity and pH are low, which is suitable for potato crop.

According to the results, we find that the levels of organic matter are good; this is explained by the application of organic manure which helped to enrich the soil. Nitrogen, phosphorus and potassium soil level are low. So in addition to the leaching and uptake of these nutrients (N, P & K) the poor soil promotes mycorrhizal charge in the studied soil (Marschner, 1990).

Table 1. Soil characteristics in the two horizons

Depth	O.M (%)	pH	EC (µs/cm)	N (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)	CMA (per 100 g of dry soil)
0-20	3,83	5,1	272	0,08	14,73	77,49	2154
20-40	3,02	4,89	329	0,04	9,65	45,61	1321

The average yield

This means that the nitrogen and potassium play an important role in the growth of the potato. Indeed nitrogen is the determinant of crop yield; it promotes initially foliage development, and training and enlargement of tubers. While a good supply of potassium improves the quality of tubers (Chafai, 2003).

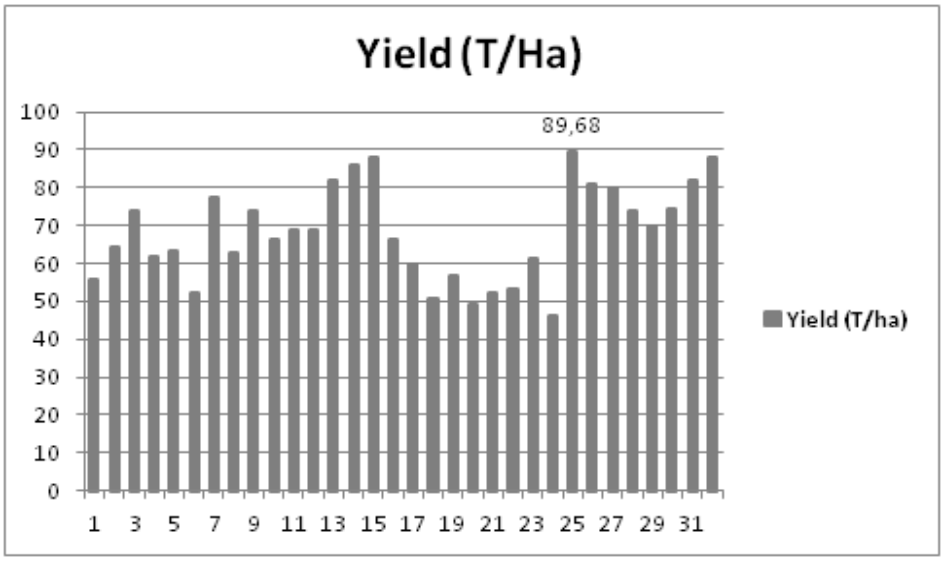


Fig. 2. Yields obtained at each treatment

This is very consistent with the results obtained, in fact, according to Figure 2 below, the best performance is at the level of plot 25 which corresponds to treatment (2 0 1) which has been applied only nitrogen fertilizers. This treatment produced a yield of 61.44% higher than the control plot (0 0 0). So the doses used meet the requirements of the potato and with less cost.

Conclusions

This work has highlighted a correlation between these three variants: Fertilization, Mycorrhization and potato yield. Obtaining a good yield and improved product quality remains one of the main priorities of producers.

However, the contribution of chemical fertilizers should be streamlined so as not to influence the mycorrhizal, which has enormous benefits for the plant and its performance and to the entire ecosystem.

References

Bamouh H. (1999). Technique de production de la culture de pomme de terre. *Bull. Mens Info du PNTTA*., 58: 1-15.

Chafai El Alaoui A. (2003). Guide engrais fertilization. *ENA Meknes.,* Maroc.

Kernaghan G. (2005). Mycorrhizal diversity: cause and effect?. *Pedobiol*., 49: 511-520.

Marschner H. (1990). Mineral nutrition of higher plants. *Academic Press.,* London, UK.

Skiredj A. (2007). Raisonnement du plan de fumures de la pomme de terre. *Dpmt. Hortic, IAV Hassan II.,* Rabat, Maroc.

ДИНАМИКА НА ВОДНИЯ ЗАПАС НА ИЗЛУЖЕНА КАНЕЛЕНА ГОРСКА ПОЧВА ПРИ ПОСЕВ ЗИМНА МАСЛОДАЙНА РАПИЦА

Антоанета Гигова[1], Милена Мотева[1], Тотка Митова[1], Веска Георгиева[2], Валентин Казанджиев[2], Вйекослав Танаскович[3]
[1]ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, [2]НИМХ– БАН, София,
[3]Университет „Св. св. Кирил и Методий", Скопие, Македония
E-mail: antoaneta.gigova@abv.bg

CHANGES IN SOIL WATER CONTENT OF LEACHED CHROMIC LUVISOLS IN A CANOLA FIELD

Antoaneta Gigova[1], Milena Moteva[1], Totka Mitova[1], Veska Georgieva[2], Valentin Kazandjiev[2], Vjekoslav Tanaskovik[3]
[1]N. Pushkarov, ISSAPP, Sofia, [2]NIMH – BAS, Sofia,
[3]University St. Cyril and Methodius, Skopje, Macedonia

Abstract

The paper presents results about the depletion of the total water content of leached chromic luvisols. Three soil moisture regimes of canola (*Brassica napus, L.*) have been studied in the in the spring periods of 2011 and 2012. The site is near Sofia, 550 m asl. The moisture regimes were obtained by 1) rainfed conditions; 2) full irrigation (by maintaining 80% of field capacity (FC); 3) 50% deficit irrigation. The dynamics of soil moisture during spring vegetation period per integrated soil layers 0-10 cm, 0-50 cm, 0-100 cm and 50-100 cm is established. The results show that the readily available water in the 1-m soil layer is depleted still in the second half of May and an irrigation application is needed. The surface 0-10 cm layer dries up quickly and keeps low moisture in the three moisture regimes, while the lower 0-50 cm layer keeps high moisture through all the season, due to its mechanical composition. The surface layer, being most of the time dry, naturally preserves the soil moisture from the lower layers and thus causes its use in a productive way. 50% deficit irrigation is not efficient for raising the soil water content of the 50-cm soil layer to the readily available, but is close to the threshold of 80% of FC, while the moisture in the 50-100 cm-layer refers to that of FC. The seed yield losses in a very dry year, when the depletion of soil water is well below the lower threshold of optimum crop water supply, is around 57%.

Key words: soil moisture, irrigation, canola, chromic luvisols, yield losses, Bulgaria

Увод

Една от най-популярните климатични класификации в света - тази на Köppen от 1936 (Da Cunha, A.R., E.R. Schöffel, 2011), поставя България в зоната на умерено влажен климат с тенденции към полусух, в която летните култури като царевица, слънчоглед и др. изискват напояване. В тази зона, вегетационният период се характеризира с недостатъчни и са неравномерно разпределени валежи, а климатичните сценарии предвиждат затопляне и засушаване на климата, което ще доведе до по-високи потребности на растенията от вода

(Александров, 1998). Атмосферното засушаване през летните месеци понастоящем и активното развитие на зелената маса води до значително изтощаване на почвените влагозапаси, което в средно сухи и сухи години довежда до необходимост от напояване още в ранни фази от развитието на културите. Доказано е, че в природно-климатичните условия на България, пролетните култури се нуждаят от 1 до 2 поливки с нетни поливни норми 60 mm (Захариев и др., 1976 г.)

Целта на изследването е да се проследи динамиката и изчерпването на водния запас при три влажностни режима на посев зимна маслодайна рапица, отглеждана на излужена канелена горска почва.

Материал и методи

През периода 2011-2013 г., в района на Софийското поле, е проведен полски опит за установяване на поливния режим на зимна маслодайна рапица хибрид Триангъл на KWS, върху излужена канелена горска почва. Изпитани са следните варианти:

1. Без напояване – контрола
2. Напояване с поддържане на предполивна влажност 80% от пределната полска влагоемност (ППВ) (нетна поливна норма m=60 mm (100%)) – максимално напояване
3. Напояване с m=50% - дефицитно напояване

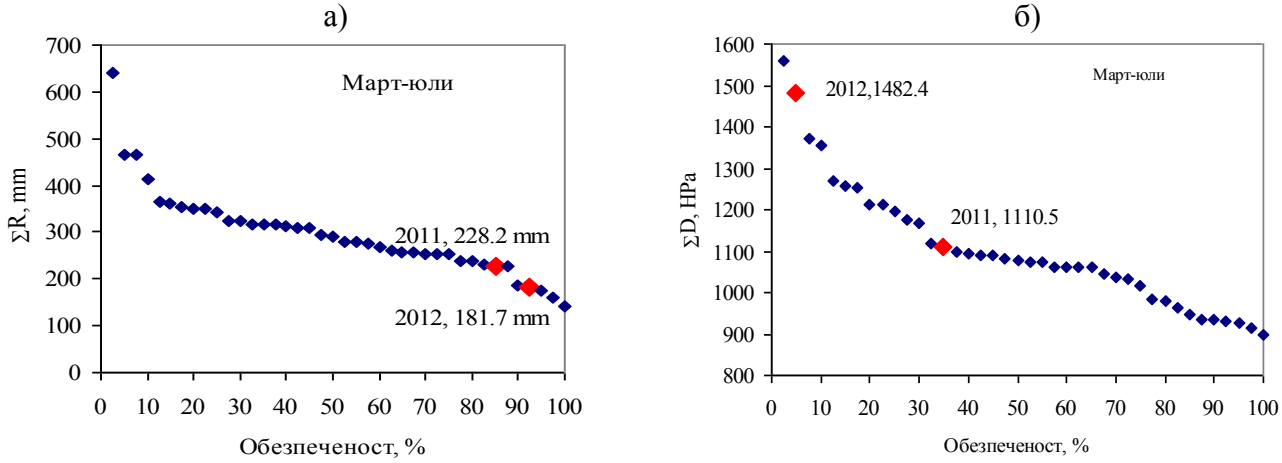
Почвата е тежко песъчливо глинеста. Влагопроводимостта в 0-35-cm почвен слой (Върлев, Попова, 1999) е 93 cm/d. В повърхностните слоеве същата е значително по-ниска – 16-21 cm/d. Водният запас при ППВ е 327 mm. Продуктивният воден запас при 80% от ППВ – 99.5 mm, а леснодостъпният – 65.5 mm (Таблица 1).

Годините на изследване се характеризират с много сухи до средни условия за периода на пролетна вегетация на рапицата март-юли. Обезпечеността на валежите за 2011 г. е 85.0%, а за 2012 г. - 92.5% (Фиг. 1а). Обезпечеността на дефицита на насищане на въздуха с водни пари е съответно 35.0% и 5.0% (Фиг. 1б). По отношение на температурите, 2012 г. е много топла с обезпеченост 10%, а 2011 – средно хладна с обезпеченост 75% за същия период. Периодът март- май 2011 г. се характеризира с големи периоди на засушаване. Десетдневните суми се отклоняват от нормалните с -37.1% до -100.0%. Сумата за първата десетдневка на юни, която е със стопанско значение за културата, е по-висока от средномногогодишната с 22.2%. Следващите високи валежи падат през първата и третата десетдневка на юли, но не оказват влияние върху формиране на добива. Почти липсват валежи през март и април 2012 г., а основно падат през май. Юни и юли са сухи. Необходимост от напояване възниква около 14 май. Част от падналите непосредствено след реализиране на поливката валежи се оказват неефективни. Необходимост от втора поливка възниква в края на втората десетдневка на месец юни (Табл. 2).

Почвената влажност е определена по тегловно термостатния метод. Вземани са почвени проби послойно през 10 cm до 1 m дълбочина на всеки 7 до 10 дни. Данните за влажността на почвата са обобщени по интегрирани слоеве 0-10, 0-50, 0-100 и 50-100 cm.

Таблица 1. Водно-физични свойства на почвата (Захариев, 1976)

Почвен слой	Воден запас при ППВ	Воден запас при ВТЗ	Продуктивен воден запас	Лесно достъпен воден запас при 80% от ППВ	Продуктивен воден запас при 80% от ППВ	Продуктивен воден запас при 70% от ППВ
cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0-10	30.7	13.6	17.1	6.1	11.0	7.9
0-50	162.0	73.2	88.8	32.4	56.4	40.2
0-100	327.0	162.4	165.0	65.5	99.5	66.8
50-100	165.9	53.8	76.5	33.2	43.3	26.8



Фиг. 1. Крива на обезпеченост: а) на валежите; б) на дефицита на насищане на въздуха с водни пари

Таблица 2. Отклонения на месечните стойности на метеорологичните показатели от нормите, %

Месеци	2011			2012		
	Температура на въздуха	Валежи	Дефицит на влажността на въздуха	Температура на въздуха	Валежи	Дефицит на влажността на въздуха
III	-16.6	-53.8	-5.9	-9.4	-76.5	18.2
IV	-10.7	-70.4	-2.0	13.0	-50.7	25.0
V	-5.3	-80.8	-14.2	0.0	46.2	-10.6
VI	2.9	-27.4	6.6	21.2	-82.4	47.0

Таблица 3. Разпределение на поливките

2011	2012
28.05. 2011 (фаза начало на зреене на шушулките)	14.05.2012 (фаза начало на цъфтеж)
	20.06.2012 (фаза начало на зреене на шушулките)

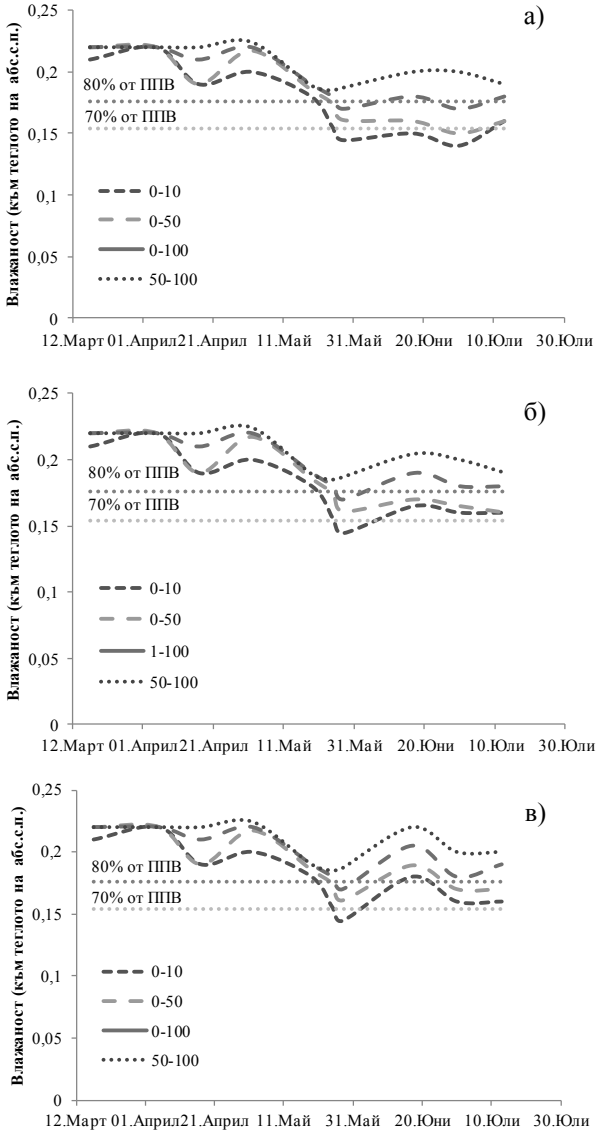
Резултати и обсъждане

При така описаните метеорологични условия, през 2011 г. възникна необходимост от провеждане на поливка през фаза начало на зреене на шушулките, а през 2012 г. – съответно през фазите начало на цъфтеж и начало на зреене на шушулките (Табл. 2). Фазите са критични по отношение на водата (Masoud Sinaki et al., 2007) и през време на протичането им изчерпването на водните запаси от почвата е интензивно.

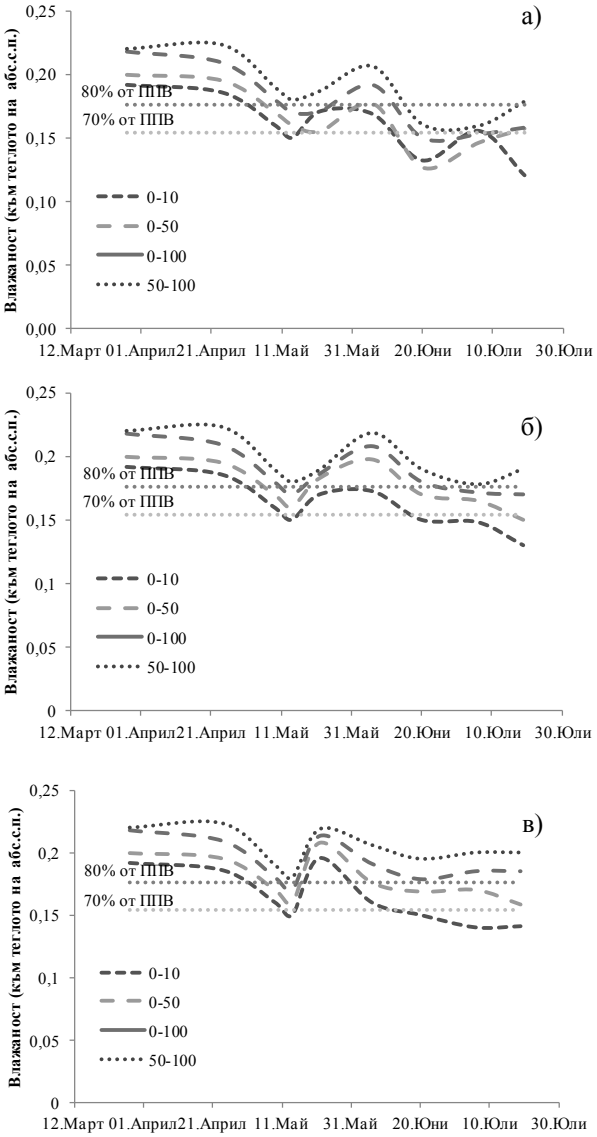
Различната динамика на метеорологичните фактори през двете години на изследване, в съчетание с нарастването на посева и развитие на вегетативната маса, обуславят различен темп на изчерпване на водния запас на почвата. От Табл. 2 е видно, че отклоненията

от месечните норми на метеорологичните фактори за март, април и май 2011 г., са отрицателни. Ниската температура, липсата на валежи и завишената влажност на въздуха обуславят слаба евапотранспирация, при което до края на май влажността в почвата остава висока (Фиг. 2). Фазата на цъфтеж протича при висока влажност на почвата – около ППВ до началото на май и в диапазона 80% от ППВ – ППВ. Поради липсата на валежи през май (Фиг. 3), влажността до края на месеца постепенно намалява до предполивната (80% от ППВ). Влажността в 10-cm-я слой се понижава под 80% от ППВ около средата на същия месец. Леснодостъпният воден запас в еднометровия почвен слой се изчерпва през време на протичане на фазата начало на зреене на шушулките, когато е подадена първата и единствена поливка през вегетационния период на рапицата. За отбелязване е, че при неполивни условия, влажността в дълбоко-лежащия 50-100-cm слой остава висока през целия период на пролетна вегетация - над 80% от ППВ (Фиг. 2а). Това се свързва с механичния състав на B_1-хоризонта, който е илов и силно влагоемен (Върлев, Попова, 1999). Запазването на водния запас в него се благоприятства и от просушаването на повърхностния 0-10-cm слой, който прекъсва капилярния поток на водата към атмосферата и служи като мулч против физическо изпарение. При максимално напояване (Фиг. 3в) влажността в еднометровия почвен слой се поддържа над долната граница на оптимална влагообезпеченост (ДГОВ - 80% от ППВ). За другите разглеждани слоеве, същата варира. В края на сезона, остава висока за слоя 0-50 cm, а в слоя 0-10 cm се понижава до 70% от ППВ. Дефицитното напояване с 50% от напоителната норма осигурява влажност в слоя 0-100 cm около ДГОВ, като в слоевете 0-10 и 0-50 cm, тя се понижава до 70% от ППВ. Валежите през месеците март и април на 2012 г. са с аналогични отрицателни отклонения от нормата на тези от 2011 г. Температурата на въздуха също е по-ниска от средномногогодишната, но дефицитът на насищане на въздуха с водни пари е висок (Табл. 3). Отклонението от нормата за април също е положително, както и това на температурната сума. Тези условия обуславят по-висок темп на изчерпване на водния запас в почвата в сравнение с 2011 г. Същият в еднометровия почвен слой се понижава до ДГОВ през първата десетдневка на май. Това обуславя подаването на поливка във фаза начало на цъфтеж. Високите валежи през втората и третата десетдневка на май (Фиг. 4) повишават влажността в почвата и при неполивния вариант, при което фазата на цъфтеж протича при относително изравнени влажностни условия с воден запас в рамките на леснодостъпния. Въпреки това, поради последвалото засушаване и високи летни температури, влажността на почвата при неполивния вариант

отново се понижава до предполивната в края на втората десетдневка на юни, при което е подадена втора поливка на напояваните варианти през фазата начало на зреене на шушулките. При максимално напоявания вариант влажността в слоя 0-100 cm остава над ДГОВ до края на вегетацията. При дефицитно напоявания вариант се понижава под тази граница, а при ненапоявания – под 70% от ППВ.



Фиг. 3. Динамика на почвената влажност през пролетната вегетация на рапицата на 2011 г.: а) без напояване; б) 50% воден дефицит; в) максимално напояване

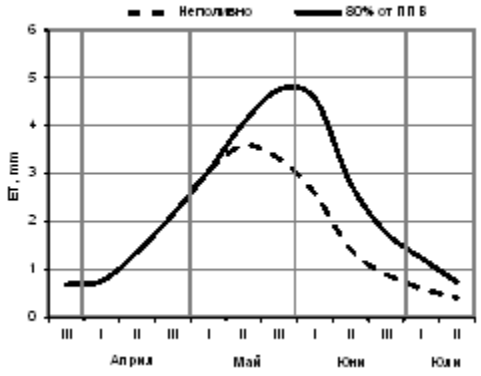


Фиг. 4. Динамика на почвената влажност през пролетната вегетация на рапицата на 2012 г.: а) без напояване; б) 50% воден дефицит; в) максимално напояване

Повърхностният 0-10 cm слой се влияе незначително от напояването и при трите влажностни режима след първата десетдневка на юни е просушен под 70% от ППВ. Само при максимално напояване слоят 0-50 cm е с влажност около ДГОВ до края на вегетация-

та. При другите два варианта неговата влажност е по-ниска. При неполивни условия той е значително просушен – под 60% от ППВ. Влажността в слоя 50-100 cm при поливните варианти се задържа над ДГОВ през цялата вегетация, докато при неполивния се понижава до 70% от ППВ.

Динамиката на влажността на почвата, средно за двете години, се отразява върху динамиката на средноденонощната евапотранспирация (Фиг. 5), като нейният максимум от 3.58 mm/d при ненапояваната рапица е през втората десетдневка на май и е значително по-нисък от този при максимално напояване – 4.75 mm/d в края на третата десетдневка на май – първата на юни.



Фиг. 5. Динамика на средноденонощната евапотранспирация на рапицата, средно за 2011 и 2012 г.

Тъй като, както показват резултатите, при напояване критичната по отношение на водата фаза на цъфтеж и зреене на шушулките е обезпечена с почвена влага, липсата на напояване води до 57.1% загуба на добив семена, а 50% дефицитно напояване – до 20.2% (Табл. 4). Подобни резултати – 52% загуба на добив без напояване представя Poma et al., 1999 за условията на среди-земноморския климат на Сицилия.

Таблица 4. Загуби на добив при дефицитно напояване и без напояване

Добив семена	Относителен добив	Загуба на добив	
kg/da	%	kg/da	%
207.6	42.9	276.7	57.1
386.6	79.8	97.7	20.2
484.3			

Изводи

Отглеждането на рапица при неполивни условия в нашата страна е рисково. През много суха година влажността в слоя 0-100 cm се понижава значително под ДГОВ и допринася за получаване на 57% загуби на добив семена. Повърхностният 0-10 cm почвен слой, независимо от поддържания влажностен режим, се просушава и служи за ограничаване на изпарението от почвата чрез изолация на дълбоко лежащите слоеве от

атмосферата. Във връзка с това и с механичния състав и водно-физичните свойства на B1 хоризонт на почвата, влажността в слоя 0-50 cm се запазва висока през вегетационния период и осигурява растенията с влага.

Литература

Александров, В. (1998) Влияние на колебанията и изменението на климата върху агроклиматичните ресурси и продуктивността на основните земеделски култури в България. Списание на БАН,3-4,34-43

Боянов, П., В. Татарова-Кръстева, С. Колева (1970) Върху допустимата минимална влажност на почвата при напояване. Почвознание и агрохимия, V, № 2, 9-17

Върлев, И., З. Попова. (1999) Вода - Евапотранспирация – Добиви. С. 144 с.

Захариев, Т. (1976). Изследвания върху водоразхода на пшеницата, царевицата и захарното цвекло в района на Софийската напоителна система. Растениевъдни науки, год. XIII, № 3, 34-45

Захариев, Т., Р. Лазаров, Ст. Колева, Ст. Гайдарова и З. Койчев (1986) Райониране на поливния режим на селскостопанските култури. С. Земиздат. 646 с.

Колева, С. (1974) Исследование влагообмена в системе почва-растение-атмосфера вблизи нижней границы оптимальной влажности. Дисертация, Ленинград.

Da Cunha, A., E. Schöffel (2011). The Evapotranspiration in Climate Classification, Evapotranspiration - From Me-asurements to Agricultural and Environmental Applications, 24 pp., InTech: http://www.intechopen.com/

Kӧ pen Climate Classification http://en.wikipedia.org/wiki /K%C3%B6ppen_ climate_ classification

Masoud Sinaki, M.J., E. Majidi Heravan, H. Shirani Rad, G. Noormohammadi and G.H. Zarei (2007) The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus*, L.). Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci., 2: 417-422.

Poma, I., G. Venezia, L. Gristina (1999) Rapeseed (*Brassica napus,* L. var. oleifera d.c.) ecophysiological and agronomical aspects as affected by soil water availability10th Intern. Rapeseed Congress, Canberra, Australia, 27-29 Sept. http://regional.org.au/au/gcirc/2/201.htm

LOW-COST EXPERIMENTAL SYSTEM FOR ASSESSING ROOT ARCHITECTURE

Margarita L. Himmelbauer*, Peter Scholl and Willibald Loiskandl

Institute of Hydraulics and Rural Water Management, Dept. of Water, Atmosphere and Environment, University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Muthgasse 18, 1190 Vienna, Austria. *Corresponding author*: ml.himmelbauer@boku.ac.at*

Abstract

Root architecture refers to the spatial arrangement and branching structure of root systems and is an essential aspect of plant productivity. Most current techniques for assessing root architecture are rather high-priced and complex. Hence, equivalent root data are still rare. The objective of this study was to examine the performance of a low-cost experimental system for routine studies and assessment of different root architectural traits. Two crops were grown under controlled conditions in sand filled pots for several weeks. Their root systems were sampled in regular time intervals and examined using two imaging approaches. A series of root parameters were determined using two analyzing tools. In general, the selected experimental and methodical approach was found appropriate and easy adaptable to the most laboratory conditions. Recommendations for improving the system including sampling scheduling and image recording were given to maximize the accuracy of the results. Extracted parameters are intended for mathematical modelling of water and nutrient uptake by plants.

Key words: root system architecture, low-cost experimental set-up, imaging methods, root parameters, mathematical modelling

Introduction

Root architecture refers to the spatial arrangement and branching structure of the root system. It affects many physiological functions of roots such as water and nutrient acquisition and thus has an impact on uptake efficiency of plants. Therefore, assessing root architectural traits is essential when dealing with crop productivity in sustainable agriculture (Lynch, 1995), especially under unfavorable growing conditions. Due to the highly diverse and dynamic nature of the roots, studies on root system growth and structure are still a research challenge. Models of root systems can considerably support our efforts to investigate the behavior of such complex branching networks and their interactions with the environment (*e.g.* RootMap, Diggle, 1988; Dunbabin et al., 2002; 2004; SimRoot, Lynch et al., 1997; RootTyp, Pages et al., 1989; SmartRoot, Lobet et al., 2011). Extensive reviews of the currently offered mathematical models of root system are given by Dupuy et al. (2010) and Dunbabin et al. (2013). However, the models of root systems are challenging to parameterize, since they need a high number of root morphological, architectural and developmental parameters. Until quite recently, quantitative data on root architecture have been pretty rare owing to either methodological difficulties or higher experimental costs. Most of the existing root screening methods are rather high-priced and there is still a lack of a simple but efficient technique for root system image capture. The main objective of this study is to examine the performance of a low-cost experimental set-up for assessing root architectural traits, easy adaptable to the common laboratory conditions. A long-term goal is to create a beneficial

database for parametrizing a dynamic root architecture model (RootBox, Leitner et al., 2010) and thus to help identifying the key root architectural traits for uptake efficiency of crops by simulations.

Material and Methods

Plant material and growing conditions: Two plant species from different families - one brassicaceae (white mustard, *Sinapis alba L.*) and one fabaceae (sweet clover, *Melilotus officinalis L.)* - were selected for screening of root traits at early stages of plant development. Both species are widely used as cover crops for different agro-environmental purposes (Bodner et al, 2013). The seeds were surface sterilized and pre-germinated in sterilized sand in the dark at 28°C for at least 72 h before planting. The germinated seedlings (*i.e.* radicle of at least 2 cm), were transplanted to Mitscherlich type pots (free-draining pots, 20 cm diameter and ca. 20 cm deep) filled with (0,1 - 0,3 mm) quartz sand as a growing media, and watered. Three seedlings were planted in each pot 2-cm apart. A few days later, the smaller seedlings were removed leaving one plant per pot growing in a climate camber. The sand surface was covered with a dark geotextile fabric (Fig 1A). It prevented light expose and a possible washout of the seedlings by watering but allowed a gas exchange with the atmosphere. The controlled climate conditions were: photoperiod of 14 h / 10 h (day / night), photosynthetically active radiation of 400 µmol m^{-2} s^{-1}, maximum / minimum (day / night) temperatures of 24°C / 15°C and relative humidity of 55 % / 88 % (day / night) achieved gradually. During the experiment, all pots were regularly irrigated and fertilized from above in order to keep optimal root growing conditions. A liquid NPK fertilizer (*Seramis* and/ or *Ikosan* dissolved in water) was applied at planting and on demand during the experiment.

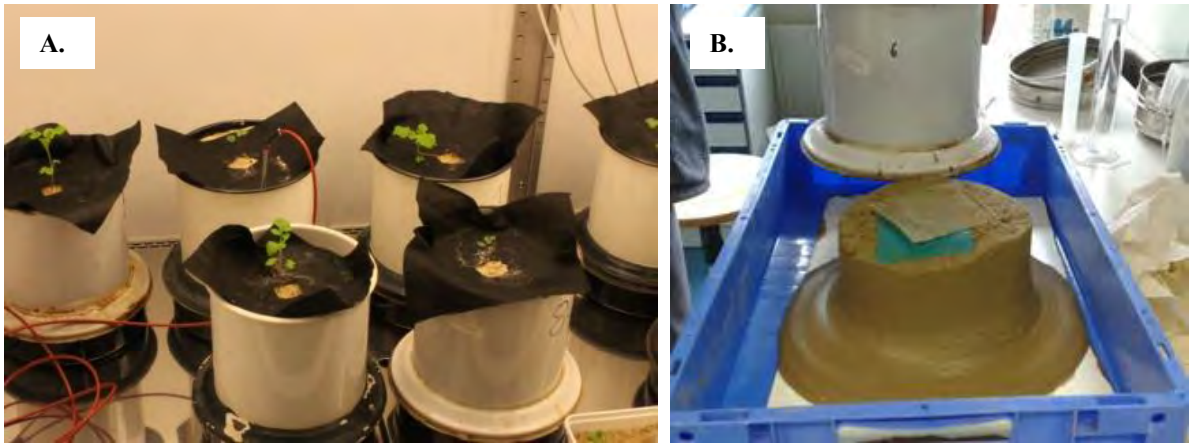


Fig. 1. Experimental set-up: A. Cover crops grown in Mitscherlich type pots in a climate chamber. B. Processing of root system samples (Photos: Schreiner /Panzenboeck)

Root sampling and imaging: Two experiments have been conducted running for nine and six weeks, respectively. During both runs, plants and roots were harvested and analyzed tree times in regular intervals of two to three weeks (*i.e.* after 3th, 6th and 9th weeks, and after 2nd, 4rd and 6th, respectively) to find out the most appropriate time sampling schedule. At each sampling, 3 to 4 replicates (pots) per crop were processed. Shoots were measured for height,

cut just above the sand surface, and rinsed with water. Next, each pot was plunged into a shallow tank and the sand was gently washed up avoiding any root damages (Fig. 1B). The rinsed sand was collected over fine sieves to prevent possible loses of a fine root material. The intact root systems were rinsed again with deionized water to remove adhering particles and put in a water filled acrylic glass cylinder (ca. 20 cm in diameter) for photo-imaging. A Styrofoam cube was attached to the root collum serving as a floating buoy. This allowed the root systems to float and spread freely, getting positions close to their natural habit. During the photo-capturing, the acrylic glass cylinder was placed on a turntable in front of a background for a better contrast (Fig. 2A). The root systems were photographed using a digital single-lens reflex camera from eight different positions - every 45^{o} over the entire 360^{o} of rotation - each in several replications (photos). The photos were taken at resolutions of 0,014 to 0,006°mm per pixel, capture settings of 1/20th s shutter speed, f/3,5 - 5 f-stop, and ISO of 1250 to 1600. Each full rotation required 20 to 30 min for proper recording. The best quality photos were selected for processing in AutoCAD 2014 (Autodesk University) to derive architectural parameters by manual tracing of individual axes. If not examined immediately, the root samples were next preserved in a 30 % ethanol solution in the cold until further analyses. Otherwise, the roots were treated for imaging using a flatbed scanner (Himmelbauer et al., 2004). For this, the roots were stained with 5 % Giemza solution, carefully spread in a 2 mm water layer keeping them as intact as possible, and scanned with a professional scanner (Epson Expression) having a light transparency unit from above. The individual scans were taken at a resolution of 400 and 600°dpi (*i.e.* 0,042 / 0,063°mm per pixel length). The images were analyzed with WinRhizo software for root image analysis (Regent Instr. Inc., Quebec, Canada) using an automatic threshold for converting them from greyscale into binary mode. After scanning, all plant material - shoots and roots - was dried at 60°C for at least 48°h and weighed separately for dry mass evaluation.

Results and Discussion

The regular sampling showed that the root growth of the two crops in the chosen sand medium was unstressed and very similar to those observed on loose soil. In contrast to the reported results with transparent gels (*e.g.* Bengough et al., 2004), both root systems generated many laterals of first, second and third orders. Developing of higher orders laterals depends on the plant species, the growing media comprising the water and nutrient supply, and on the growth stage. In this study, the plant harvesting occurred during the three main growth stages: Leaf formation, Formation of side shoots and Stem elongation (BBCH 12 - 39, (Meier, 1997). The root examination was generally performed before the roots reached the pot base, except the sampling at the 9th growth week (BBCH 39) during the first experiment. At that time, the judged growth depth (approximated over the extension of the zero order roots) was rather greater than the height of the pots pointing to root growth being spatially bounded and stressed (example shown on Fig. 2B). Furthermore, after the 6th growth week (start of Stem elongation), the root branching density was found to be too high to enable the correct appraisal of root parameters. For instance, detecting and measuring of the second and the third order roots was unmanageable due to the complexity and the high degree of overlapping of the axes on the images. Shorter experimental runs and sampling in smaller time intervals were especially recommended for white mustard showing more rapid shoot and abundant root

growth than yellow sweet clover. For this crop, the experiments should end before the onset of Stem elongation, *e.g.* running not longer than six weeks.

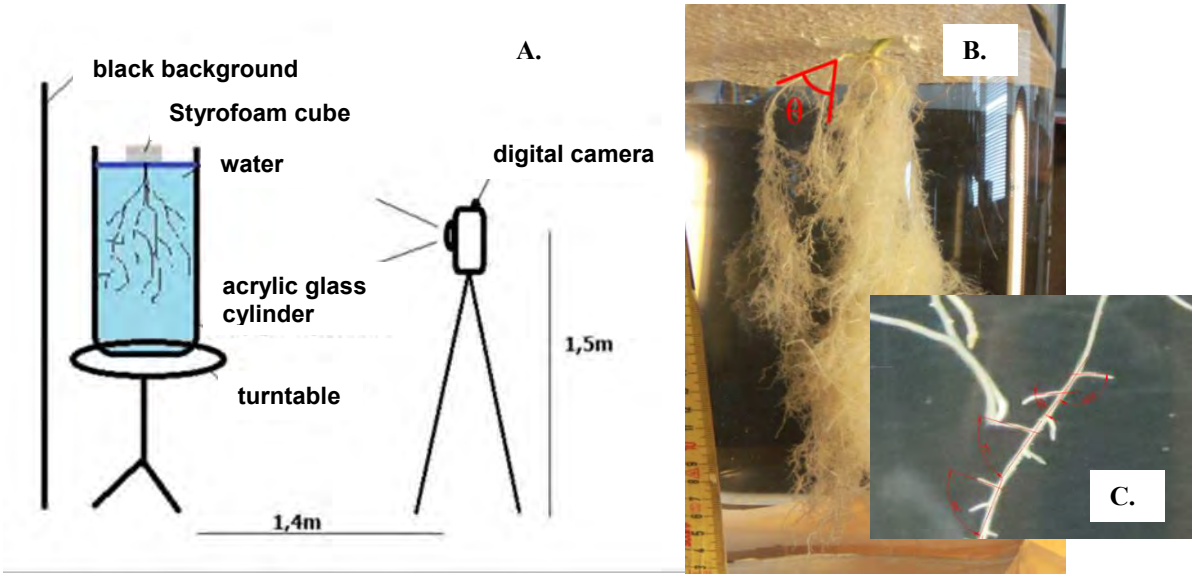


Fig. 2. Root system imaging: A. Schematic of the set-up for photo capturing of the roots over an entire rotation; B. acrylic glass cylinder with floated root system
(Photo: Haeusler / Pucher) and C. Example of angular measurements using AutoCAD
(Photo: Schreiner /Panzenboeck)

By means of the described photographic and scanning techniques, series of 2D-images of the root systems of two cover crops at different growth stages were generated. Based on these images, following architectural and morphological traits were directly measured or estimated using two different image analysis tools AutoCAD and WinRHIZO:

- Root topological order and Numbers of roots per order (WinRHIZO plus AutoCAD)
- Length of basal zone (AutoCAD plus WinRHIZO)
  - basal zone of a zero order root
  - basal zone of a 1st order root
- Length of apical zone (AutoCAD plus WinRHIZO)
  - apical zone of a zero order root
  - apical zone of a 1st order root
- Interbranch distances (WinRHIZO)
  - Spacing between branches of the zero order root
- Branching angles between roots and their predecessor (AutoCAD, Fig 2C)
  - angle between zero and 1st order roots
  - angle between 1st and 2nd order roots
- Root radius at different positions along the root axes (WinRHIZO)
- Basal radius (WinRHIZO plus AutoCAD)
- Average root diameter (WinRHIZO)
- Total root length (WinRHIZO)

- Length of individual order roots (minimum / maximum, WinRHIZO)
- Total root surface area (WinRHIZO)r
- Total root volume (WinRHIZO)
- Root depth (rough estimation over the extension of the zero order roots, AutoCAD)
- Total root mass (scales)

Assessing of root lengths in regular time intervals allows estimations of developmental parameters, such as root elongation and mortality rates. The sampling intervals of several days were rather too long for precise estimations of the root elongation rates, especially for the higher order roots. On the other hand, coarse sampling resolutions are more convenient for describing dynamic root system responses to heterogeneous water and nitrogen resources (Postma et al., 2014). Further results of the root architectural and morphological traits are presented in Haeusler, Pucher (2014), and Schreiner, Panzenboeck (2014).

Both imaging approaches - photographing and scanning - had their own strengths and shortages. Most of the data was easily and precisely derived via scanning and analyzing with WinRHIZO, in particularly the root diameter measurements. The quality of the captured scans was mostly better than those of the photos. Even the relatively lower scanning resolution of 400 dpi was sufficient to give good details of root shape. In contrast, the curved surface of the acrylic glass cylinder and the water body produced some optical depositions and refractions causing measurement artifacts. Using more advanced photographic and lightening devices, and examining with the different camera setting and liquids can improve the output quality providing images with low levels of noise. In the frame of this study, two other liquids were examined for photo-imaging of roots over rotation - 1:3 solutions of glycerin and of alcohol in water. Both liquids were found appropriate for our purposes, since they kept the root systems in a more stable but unconstrained position without any air bubbles. In spite of all problems, the photos of the root systems in their quasi-natural positions were indispensable for measuring the root branching angles with AutoCAD, a rather time-consuming procedure. Hence, photographing and scanning were regarded as complementary imaging techniques, both essential for assessing root architectural parameters. Extracted root data are intended for parametrizing the root architecture model of Leitner et al. (2010) for simulating of water and nutrient uptake by crops at early growth stages, but the data could be used for any other root architectural model as well (see Lobet et al., 2015). Furthermore, 2D-photos can be used as a basis for 3D-reconstruction of the whole root system as described by Clark et al. (2011).

Conclusions

A performance of a low-cost experimental system for regular studies of root system architecture was examined with two cover crops. The result showed that, the selected experimental and methodical approach was appropriate for assessing root architectural parameters and is easy adaptable to the common laboratory conditions. The sand growth media provided healthy and abundant root growth and enabled an easy handling and cleaning of the root material. Photographing and scanning were regarded as complementary approaches, both essential for assessing root system structure dynamically. To maximize the accuracy of the extracted data, shorter sampling intervals fitting the particular crop growth

pattern and using more advanced photographic and lightening devices for noise reduction were recommended.

There is a strong relationship between early root growth traits and the performance of the crops in the field. Hence, the obtained results will not only served for modeling, but can also support plant breeders in their research focused on improving uptake efficiency by crops.

References

Bengough AG, Gordon DC, Al-Menaie H, Ellis RP, Allan D, Keith R, Thomas WTB, Forster BP (2004): Gel observation chamber for rapid screening of root traits in cereal seedlings. *Plant and Soil,* 262: 63-70

Bodner G, Scholl P, Loiskandl W, Kaul H-P (2013): Environmental and management influences on temporal variability of near saturated soil hydraulic properties. *Geoderma.*, 204-205(100): 120–129.

Clark RT, MacCurdy RB, Jung JK,Shaff JS, McCouch SR, Aneshansley DJ, Kochian LV (2011): Three-Dimensional Root Phenotyping with a Novel Imaging and Software Platform. *Plant Physiol.* 156: 455–465

Diggle AJ (1988): ROOTMAP- a model in three-dimensional coordinates of the growth and structure of fibrous root systems. *Plant and Soil*, 105: 169–178.

Dunbabin V, Postma J, Schnepf A, Pagès L, Javaux M, Wu L, Leitner D, Chen Y, Rengel Z, Diggle A (2013): Modelling root-soil interactions using three-dimensional models of root growth, architecture and function. *Plant and Soil,* 372: 93-124

Dunbabin V, Rengel Z, Diggle A (2004): Simulating form and function of root systems: efficiency of nitrate uptake is dependent on root system architecture and the spatial and temporal variability of nitrate supply. *Functional Ecology,* 18: 2004-2211.

Dunbabin VM, Diggle AJ, Rengel Z, van Hugten R (2002): Modelling the interactions between water and nutrient uptake and root growth. *Plant and Soil*, 239: 19–38.

Dupuy L, Gregory PJ, Bengough AG (2010). Root growth models: towards a new generation of continuous approaches. *Journal of Experimental Botany,* 61 (8): 2131–2143

Haeusler C, Pucher DR (2014): Parametrisierung des Wurzelsystems von Gelbem Steinklee und Gelbsenf. Bachelor thesis, Univ. of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, 30 p.

Himmelbauer ML, Loiskandl W, Kastanek F (2004): Estimating length, average diameter and surface area of roots using two different Image analyses systems. *Plant and Soil,* 260: 111–120.

Leitner D, Klepsch S, Bodner G, Schnepf A (2010): A dynamic root system growth model based on L-Systems: Tropisms and coupling to nutrient uptake from soil. *Plant and Soil,* 332: 177-192.

Lobet G, Pound MP, Diener J, Pradal C, Draye X, Godin C, Javaux M, Leitner D, Meunier F, Nacry P, Pridmore TP, Schnepf A (2015): Root System Markup Language: toward an unified root architecture description language. *Plant Physiology,* 167 (3): 617-627

Lynch J, Nielsen KL, Davis RD, Jablokow AG (1997): Simroot: modelling and visualization of root systems. *Plant and Soil,* 188:139-151.

Lynch J (1995): Update on Root Biology: Root Architecture and Plant Productivity. *Plant Physiol.* 109: 7-13.

Meier U (ed.) (1997) Phenological growth stages and BBCH-identification keys of weed species. p. 135–139. In: Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants (ed. U Meier), BBCHMonograph. Berlin; Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 622 p.

Pages L, Jordan M, Picard D (1989): A simulation model of the three-dimensional architecture of the maize root system. *Plant and Soil* 119: 147–154.

Pagès L, Vercambre G, Drouet J, Lecompte F, Collet C, Le Bot J (2004): Root typ: a generic model to depict and analyse the root system architecture. *Plant and Soil,* 258: 103-119

Postma JA, Schurr U, Fiorani F (2014): Dynamic root growth and architecture responses to limiting nutrient availability: linking physiological models and experimentation. *Biotechnology Advances,* 32 (1): 53-65

Schreiner J, Panzenboeck F (2014): Parametrisierung des Wurzelsystems von Steinklee (*Melilotus officinalis*). Bachelor thesis, Univ. of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, 26 p.

УЯЗВИМОСТ НА НЯКОИ ПОЧВИ В БЪЛГАРИЯ КЪМ ХИМИЧНА ДЕГРАДАЦИЯ

Наталия Андреева, Венера Цолова, Милена Харизанова
ИПАЗР „Н. Пушкаров”
E-mail: natalizivkova@yahoo.com

VULNERABILITY OF SEVERAL SOILS IN BULGARIA TO CHEMICAL DEGRADATION

Nataliya Andreeva, Venera Tsolova, Milena Harizanova
N. Poushkarov ISSAPP Sofia

Abstract

The present paper deals with the vulnerability of several arable soils in Bulgaria to acidification and contamination with heavy metals. The representative profiles of varieties of cinnamon and gray forest soils are studied. It is found that those soils are characterized by low to very low vulnerability to acid degradation (acidification). According to the introduced classes based on –ΔpH the criteria for soil vulnerability are complemented and confirmed. The content of lead, copper and zinc is close to background concentrations in Bulgarian soils and to lithogenic concentrations of elements found in the soil parent materials.

Key words: soil vulnerability, soil properties, acidification

Увод

Един от актуалните проблеми на нашето време е опазването и възстановяването на почвените ресурси в световен мащаб. Според международно приетата дефиниция на ФАО (1978) почвена деградация е: „процес, които намалява моментния или потенциален капацитет на почвата за производство или управление”. Blum (1988) описва деградацията като влошаването на качеството на почвите: частична или пълна загубата на една или повече от нейните функции, а Oldman et al. (1991) определят деградацията като "процес, който описва антропогенните дейности, които понижават настоящата и/или бъдеща способност на почвата да поддържа човешкия живот".

За определяне състоянието на почвата се използват още „чувствителност на почвата” и „уязвимост на почвата”. Batjes and Bridges (1991) определят уязвимостта като „способност на почвената система да бъде увредена по отношение на една или повече от нейните екологични функции” и подчертават риска от увреждане на компонент или система в моментното му/й състояние. Чувствителността на почвата е „степента, до която почвата може да отговори на киселинните отлагания” и подчертава риска от увеличаване на измененията в химията на почвата (степента на вкисляване). Според Tao et al., (2002) уязвимостта на почвата е „степента, до която киселинното отлагане може да увреди или разруши почвата”, т.е., определя риска от разрушаване на почвената система (вкислено състояние).

Определянето на екосистемите и в частност почвите като уязвими или чувствителни към деградация (вкисляване) и тяхното ниво на замърсяване е важна стъпка, ако се стремим към разработването на икономически ефективни стратегии за

контрол и управление на земите. Видът на деградация на почвата се отнася до естеството на процеса на разрушаване (преместване на почвен материал от вода и вятър; влошаване от физични, химични и биологични процеси in situ). Замърсяването на почвата може да е резултат от многобройни човешки дейности и да произлиза от локални или дифузни източници. Общото "натоварване" със замърсители може да настъпи по различни пътища - чрез въздуха, по суша или по вода. В проекта SOVEUR (van Lynden, 2000) са определени пет основни видове замърсяване на почвата: вкисляване на почвите; замърсяване на почвите с тежки метали; замърсяване на почвите с пестициди и други органични замърсители; еутрофикацията с нитрати и фосфор; замърсяване на почвите с радионуклиди.

Основен проблем при оценката на "степента" на замърсяването е голямото разнообразие от критерии, използвани в различни страни за различни замърсители. Не съществува единен стандарт за всички видове замърсяване, нито за специфични подвидове на замърсяването (van Lynden, 1995; Visser, 1993). За това са създадени отделни класове за оценка въздействието на замърсяването, базирани на а) основната цел на въздействие и б) степента на въздействие.

Настоящата статия разглежда уязвимостта на някои обработваеми почви в България към вкисляване и замърсяване с тежки метали.

Материал и методи

Изследвани са три почвени типа със следното разположение, геоморфоложко и геоекологично описание:

1. ***Средно излужена канелена горска почва, неерозирана, леко глинеста*** (ПРОФИЛ 1), разпространена в землището на с. Патриарх Евтимово, общ. Асеновград. Почвообразуващите скали са карбонатни материали с кватернерна възраст. Релефът е слабо нагънат с 228 м н.в. (N 42˚09.054’; E 023˚46.515’), а растителността е стърнище. Профилът е разположен в участък с много слаб наклон на североизток. Земеползване: нива. Подпочвени води: няма.

2. ***Силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва, глеевидна, неерозирана, тежко песъкливо-глинеста*** (ПРОФИЛ 2), разположена в землището на с. Баня, обл. Варна. Почвообразуващи скали: безкарбонатни глини. Релеф: пресечен. Профилът е в билна част, в участък със слаб наклон на север и 240 м н.в. (N 42˚39.373’; E 026˚59.154’). Растителност: угар. Земеползване: нива. Подпочвени води: няма.

3. ***Светлосива горска почва (псевдоподзолиста), неерозирана, средно песъкливо-глинеста*** (ПРОФИЛ 3), разположена в землището на с. Голец, обл. Ловеч. Почвообразуващи скали: карбонатни глини. Релеф: Силно пресечен при 329 м н.в. (N 43˚ 02.880’; E 024˚ 36.108’). Растителност: ливадна. Профилът е със слаб наклон на юг-югозапад. Земеползване: ливада. Подпочвени води: няма.

Пробовземането е извършено по генетични хоризонти. Подготовката на пробите за физико-химични анализи е проведена съгласно БДС ISO 11464:2012. Определени са следните показатели: реакция на почвата (pH) - потенциометрично в дейонизирана вода (степен на чистота 1, до 1 μS/cm съгласно изискванията на БДС EN ISO 3696:2000) и в 1 M KCl при съотношение почва:разтвор 1:2,5 с pH 700 Eutech Instruments по метода, описан в World Reference Base for Soil Resources (2006); обменни катиони и сорбционен

капацитет в $BaCl_2$ по БДС EN ISO 11260:2011. Степента на наситеност с бази е изчислена по формула: BS=BC/CEC*100, където BS е степен на наситеност, BC – сума на базичните катиони, CEC – сорбционен капацитет ($cmol_{(+)}$/kg).

Почвената уязвимост (табл. 1) към киселинно отлагане се разпределя в 5 класа, определени от Tao et al. (2002) като: много висока (I); висока (II); умерена (III); ниска (IV); много ниска (V).

Критериите за оценка на степента на замърсяване са формирани въз основа на дефинираните в българското законодателство гранични стойности чрез Наредба №3/01.08.2008 г. и методологията, използвана в проекта SOVEUR (Van Lynden, 2000): L (Леко) - концентрация на замърсители между групи A и B; M (Умерено) - концентрация на замърсители между групи B и C; S (Силно) - концентрация на замърсители над C. Нормите за съдържание на тежки метали и металоди в почвите са представени в Табл. 2 и Табл. 3.

Таблица 1. Относителна почвена уязвимост по класове

Степен на наситеност с бази (%)	Сорбционен капацитет ($cmol_{(+)}$/kg)		
	<10	10-25	>25
0-20	I	I	II
20-60	II	III	IV
60-80	III	IV	V
80-100	V	V	V

Таблица 2. Норми за предохранителни концентрации за тежки метали и металоиди в почвите (определени като общо съдържание в mg/kg суха почва при екстракция с aqua regia)

Почва	Тежки метали и металоиди								
	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Hg	Co
	Група А - Предохранителни концентрации, mg/kg								
Глинесто-песъчливи и песъчливи почви	15	0,6	50	90	60	40	110	0,05	30
Песъчливо-глинести	15	0,6	60	110	65	45	160	0,07	35
Глинести почви	20	1,0	70	130	70	50	180	0,08	40
Почви с повишено природно съдържание на ТММ					Установяват се, ако е необходимо, на базата на локални фонови стойности.				

Таблица 3. Норми за максимално допустими концентрации и интервенционни концентрации за тежки метали и металоиди (ТММ) в почвите (общо съдържание в mg/kg суха почва при екстракция с aqua regia)

ТММ	pH (H_2O)[1]	**Група В** - Максимално допустими концентрации			**Група С** - Интервенционни концентрации
		обработваеми земи	постоянни тревни площи	коефициент на корекция – КК[2]	
Cu	<6,0 6,0 - 7,4 >7,4	80 150 300	80 140 200	1,2	500
Pb	<6,0 6,0 - 7,4 >7,4	60 100 120	90 130 150	1,3	500
Zn	<6,0 6,0 - 7,4 >7,4	200 320 400	220 390 450	1,3	900

Резултати и обсъждане

Основните свойства на изследваните почви са представени в Табл. 4. Реакцията на средата под 5,50, установена в две от почвите предполага наличието на киселинна деградация. Физико-химичната диагностика, отчитаща сорбционните свойства на почвите (Ганев, 1990) потвърждава тази тенденция и показва, че съдържанието на обменен водород и алуминий достига до 33% от сорбционния капацитет в Силно излужената канелена горска почва (профил 2). Уязвимостта на тази почва е много ниска в повърхностния хоризонт и нараства в дълбочина до ниска. Като много ниска се определя и уязвимостта на Средно излужената канелена горска почва – Профил 1 към вкисляване съгласно класовете на Tao et al. (2002). В Профил 3 – Светло сива горска почва също се отчита много ниска уязвимост, което се дължи на високата степен на наситеност с бази, въпреки вариациите в сорбционния капацитет.

Таблица 4. Основни свойства на изследваните почви

Хоризонт	Дълбочина (в cm)	pH в H_2O	pH в KCl	CEC ($cmol_{(+)}/kg$)	BS (%)	Обм. Al+H (%) от CEC
Профил 1 – Средно излужена канелена горска почва						
Alopн	0-28	5,40	4,70	32,23	96,18	4,34
B_1(t)	28-52	5,30	5,00	38,52	93,20	6,50
B_2(t)	52-70	6,90	6,20	36,71	99,70	0,00
Ck	70-87	7,50	7,30	32,11	99,66	0,00
Профил 2 – Силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва						
A_1lopн	0-26	4,90	5,10	26,63	81,91	22,04
A_2l	26-40	4,80	4,10	21,62	78,08	27,11
B_1tg	40-62	5,00	3,30	24,64	80,22	24,44
B_2tg	62-82	4,60	3,20	24,01	76,90	33,11
B_3tGf	82-108	4,70	3,30	23,62	78,11	31,54
CGf	108-130	5,15	3,20	26,92	81,88	21,68
Профил 3 – Светло сива горска почва (псевдоподзолиста)						
Ачим	0-10	6,50	5,50	27,03	96,19	0,00
A_1l	10-25	6,50	5,60	21,63	99,40	0,00
A_2l	25-40	6,60	5,70	22,03	99,41	0,00
B_1t	40-65	6,50	5,60	27,33	99,52	0,00
B_2tg	65-90	6,60	5,60	28,53	99,54	0,00
B_3tg	90-115	6,70	5,50	29,13	99,55	0,00
Ск	115-130	7,40	6,90	32,12	99,94	0,00

Сорбционният капацитет в относително равномерено разпределен и стойностите варират в рамките на класификационната оценка „много голям“ до „голям“ (Пенков, 1991). Степента на наситеност с бази за всички профили и във всички хоризонти е над 75 %, което ги определя като наситени почви, съгласно критериите на WRBSR (2006).

Въз основа на богатия набор от методики за оценяване степента на уязвимост и деградация на почвите, и като се вземе предвид Реферативната база данни за почвите в България (Теохаров и др., 2009) се установява необходимост от въвеждане на скала за оценка на изменението на pH с времето. Скалата е представена в Табл. 5 и оценява „– ΔpH” в четири класа на химична деградация (вкисляване).

Таблица 5. Класове на химична деградация (вкисляване) спрямо изменения в pH (–ΔpH) и съответните стойности в изследваните профили

Класове	**–ΔpH**
Незначителен	<0,5
Умерен	0,5 – 1
Висок	1 – 2
Много висок	>2

Профил 1	*±ΔpH*	*Профил 2*	*±ΔpH*	*Профил 3*	*±ΔpH*
Alopн	+0,40	A_1lopн	+1,20	Ачим+A_1l+A_2l	+0,85
B_1(t)	+0,60	A_2l	0,00	B_1t	+0,90
B_2(t)	+0,50	B_1tg+B_2tg	-0,35	B_2tg	+1,10
Ck	+2,00	B_3tGf	-0,50	B_3tg	+1,00
		CGf	-0,70	Ск	-0,20

Таблица 6. Съдържание на метали в изследваните почви

Хоризонт	Дълбочина, в cm	Общо количество, mg/kg		
		Cu	Pb	Zn
Профил 1 – Средно излужена канелена горска почва				
Alopн	0-28	**20,5**	**26,0**	**47,0**
B_1(t)	28-52	**20,5**	**27,5**	**46,5**
B_2(t)	52-70	**12,5**	**38,0**	**33,0**
Ck	70-87	**20,5**	**27,5**	**43,5**
ФК, mg/kg		*34,0*	*26,0*	*88,0*
ПК, mg/kg		*70,0*	*50,0*	*180,0*
МДК, mg/kg pH < 6,0/6,0 - 7,4		*80,0/150,0*	*60,0/100,0*	*200,0/320,0*
Профил 2 – Силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва				
A_1lopн	0-26	**40,5**	**17,5**	**58,5**
A_2l	26-40	**34,5**	**8,0**	**61,0**
B_1tg	40-62	**47,0**	**11,0**	**62,5**
B_2tg	62-82	**45,0**	**26,5**	**61,0**
B_3tGf	82-108	**43,5**	**11,0**	**64,5**
CGf	108-130	**26,0**	**14,5**	**68,5**
ФК, mg/kg		*34,0*	*26,0*	*88,0*
ПК, mg/kg		*60,0*	*45,0*	*160,0*
МДК, mg/kg pH < 6,0		*80,0*	*60,0*	*200,0*
Профил 3 – Светло сива горска почва (псевдоподзолиста)				
Ачим	0-10	**26,0**	**19,0**	**61,0**
A_1l	10-25	**20,5**	**20,5**	**51,0**
A_2l	25-40	**18,5**	**17,0**	**46,5**
B_1t	40-65	**28,5**	**25,5**	**61,5**
B_2tg	65-90	**28,0**	**16,0**	**60,0**
B_3tg	90-115	**29,0**	**15,5**	**60,0**
Ск	115-130	**26,5**	**22,0**	**58,0**
ФК, mg/kg		*34,0*	*26,0*	*88,0*
ПК, mg/kg		*60,0*	*45,0*	*160,0*
МДК, mg/kg pH 6,0 - 7,4		*150,0*	*100,0*	*320,0*

Съгласно данните от Табл. 5 и установената много ниска уязвимост на изследваните почви се наблюдава повишаване на стойностите на pH. В Профил 1 се наблюдава рязка промяна от клас „незначителен" до „много висок". По-слаба е промяна в Профил 3, който попада в клас „умерен" и слабо варира по дълбочина. Единствено в Профил 2 се отчита киселинна деградация, която се променя от незначителна до

умерена в долулежащите хоризонти. В повърхностния хоризонт, който принципно е най-уязвим към природни и антропогенни въздействия се отчита повишаване на pH през изминалите 40 години (Архив на ИПАЗР «Н. Пушкаров»).

Оценка за степента на замърсяване с тежки метали е направена за едни от най-широко разпространените замърсители в България – олово, мед и цинк, а аналитичните данни са представени в Табл. 6. Получените резултати показват, че във всички изследвани почви съдържанието на тежки метали е под предохранителните концентрации (ПК), съгласно Наребда № 3, което ги определя като незамърсени. В Профил 1 съдържанията Cu и Zn са почти два пъти под нивата на фоновите концентрации (ФК), а оловото е около и малко над ФК. В Профил 2 съдържанията на Pb и Zn са значително под ФК, докато Cu е над ФК. Съдържанието на изследваните елементи в Профил 3 се припокрива с тенденциите, отбелязани при Профил 1.

Тъй като в нито един профил не се отбелязва превишаване на ПК, може да се смята, че антропогеннната дейност не е оказала влияние върху литогенните геохимични концентрации на тежки метали в изследваните почви.

Заключение

Въз основа на проведеното изследване на представителни почвени профили от Средно излужена канелена горска почва, Силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва и Светло сива горска почва (псевдоподзолиста) могат да се направят следните заключения:

Повърхностните хоризонти на изследваните почви представляват най-активната част от почвения солум, която се характеризира с ниска до много ниска уязвимост към киселинна деградация (вкисляване). В дълбочина уязвимостта слабо варира в отделните хоризонти.

Въведените класове на химична деградация (вкисляване) въз основа –ΔpH допълват критериите за уязвимост на почвите и потвърждават получените резултати за „незначителен до умерен" клас на вкисляване.

Изследваните почви са незамърсени. Съдържанието на олово, мед и цинк е близко до фоновите концентрации в българските почви и литогенните геохимични концентрации на елементите в почвообразуващите материали.

Литература

Ганев, С. 1990. Съвременна химия на почвата. Наука, С.

Наредба № 3 за нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите (обн. ДВ бр. 71/2008 г.)

Пенков, М. 1991. Ръководство по почвознание. Техника, С., 293 с.

Реферативна база данни за почвите в България. 2009. Под редакцията на проф. М Теохаров, Изд. „Пони", С., стр. 416

Batjes, N. H., E.M. Bridges. 1991. Mapping of Soil and Terrain Vulnerability to Specified Chemical Compounds in Europe at a Scale of 1:5 M. Proceedings of an International Workshop held at Wageningen, the Netherlands. ISRIC, Wageningen.

Blum, W.E.H. 1988. Problems of soil conservation - Nature and Environment No 40, Council of Europe, Strasbourg.

Oldeman, L.R., R.T.A. Hakkeling and W.G. Sombroek. 1991. World Map of the Status of Human-induced Soil Degradation: An Explanatory Note, *second revised edition*. ISRIC/UNEP, Wageningen

Tao, F., Hayashi, Y., Lin, E. 2002. Soil vulnerability and sensitivity to acid deposition in China. Water Air Soil Pollut. 140, 247–260.

Van Lynden, G.W.J. 1995. European soil resources. Nature and Environment No. 71. Council of Europe, Strasbourg.

Van Lynden, G.W.J. 2000. Guidelines for the Assessment of Soil Degradation in Central and Eastern Europe. Report 97/08b (Revised edition). FAO and ISRIC, p. 22

Visser, W.J.F. 1993. Contaminated land in various industrialized countries. Review of approaches Technical Soil Protection Committee, The Hague.

World Reference Base for Soil Resources 2006. A framework for international classification correlation and communication'. World Soil Resources Reports 103. (FAO: Rome), p. 132

Благодарности. *Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията", който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси" и Европейския социален фонд.*

ВЛАЖНОСТ НА ЗАВЯХВАНЕ НА ОСНОВНИ ПОЧВЕНИ ТИПОВЕ В БЪЛГАРИЯ

Емил Димитров, Милена Керчева
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

WILTING POINTS OF MAIN SOIL TYPES IN BULGARIA

Emil Dimitrov, Milena Kercheva
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Wilting point of soil is one of the major soil hydraulic characteristic. It determines the amount of unavailable for plant water and depends on soil texture and soil particles composition. The study presents new data for wilting point measured by pressure-membrane apparatus of nine soil profiles representative for some main soil units in the country. The data are compared with archive information for this parameter obtained for the same soil units by the same method or by vegetation trail with barley.

Key words: wilting point, pressure-membrane apparatus

Увод

Влажността на завяхване е една от основните воднофизични характеристики на почвата, която определя количеството на усвояемата от растенията вода и е тясно свързана с почвената текстура. Информация за този показател може да се намери в редица публикации (Антипов-Каратаев и кол. 1961; Овчарова, 1962; Донева, 1976; Дилкова, 1986, 2014; Русева, 2001 и други). Различните изследователи са използвали един от двата основни метода – чрез вегетационен опит с ечемик и чрез мембранна преса. Тази ценна информация не е обобщена в единна база данни и в повечето случаи координатите на почвените профили не са известни.

Целта на настоящето изследване е да се представят получените нови данни за водозадържането при потенциал 1500 kPa (влажност на завяхване), измерено с мембранна преса, на представителни за основни почвени различия, почвени профили.

Материал и методи

В изследването са включени девет почвени профили, представителни за основни типове в страната (Таблица 1), шест от които (№ 1, 2, 3, 4 , 6 и 7) се намират в Южна България, а останалите три (№ 8, 9 и 10) - в Северна България. Наименованията на почвените различия са определени по Разширения систематичен списък (Йолевски, Хаджиянакиев, 1976). Почвите са класицифицирани от (Христов и кол., 2014) по световната референтна база (WRB,2014) (Таблица 1) и Американската класификация (Soil Taxonomy,1999). Местоположението на профилите е определено с GPS.

Механичният състав на почвата е оценен чрез разпределението на почвените частици по-малки от 1 mm по класификацията на Качински (1965), а съдържанието на хумус по модифициран метод на Тюрин (Кононова, 1963).

За определяне на влагозадържането при матричен потенциал 1500 kPa (pF 4.2) е използвана мембранната преса на Ричардс (Richards, 1941). Като порист филтър служи целофанова мембрана. Почвата се поставя в метални пръстени с височина 1 cm за навлажняване в продължение на едно денонощие. Чрез компресор са прилага налягане от 1500 kPa. Разтворът преминава през целофановата мембрана и се отвежда в съд с вода при атмосферно налягане. Отделянето на водата продължава, докато пълният потенциал на водата в почвата се уравновеси от приложеното налягане. За по-леките по механичен състав почви равновесие се установява след 4 дни, а за по-тежките след 7 дни. Влажността на обезводнените по този начин проби се определя по термостатния метод.

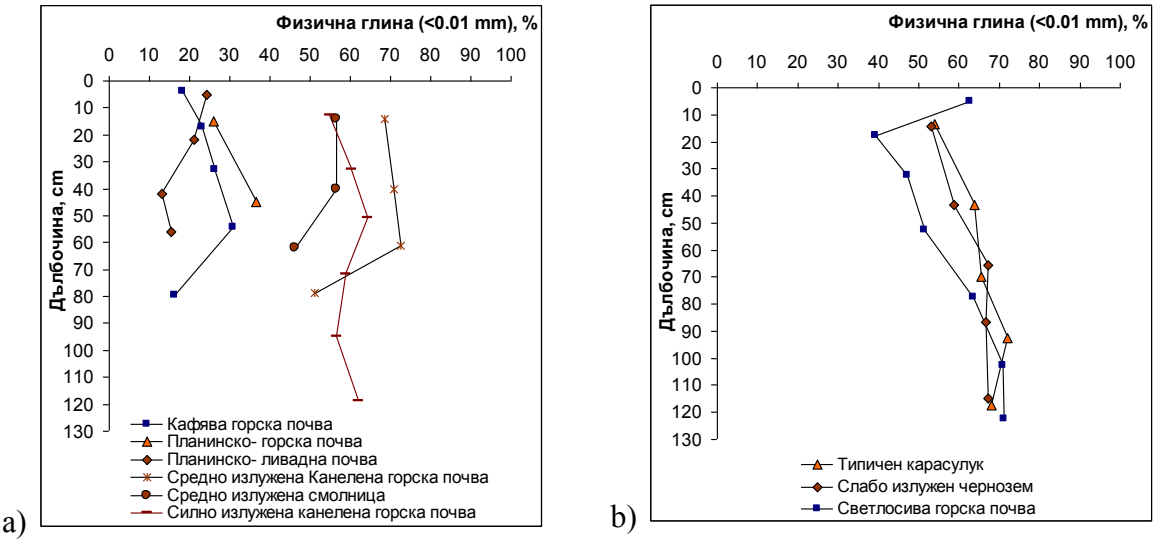
Таблица 1. Местоположение и основни сведения за изследваните почвени профили

№	Обект	Г.Ш.	Г.Д.	H, m	Наименование на почвата/WRB	Материнска скала	Земеползване
1	м. Юндола	42°04’10”	23°49’00”	1631	Кафява горска почва /Umbrisol	Изветрял пясъчник	Пасище
2	м. Юндола	42°04’46”	23°48’34”	1718	Планинско-горска почва /Umbrisol	Безкарбонатни скали	Нива
3	яз. Белмекен	42°09’03”	23°46’31”	1936	Планинско-ливадна почва /Umbrisol	Гранодиорити	Пасище
4	с. Патриарх Евтимово, обл. Пловдив	42°00’14”	25°02’49”	228	Средно излужена Канелена горска почва/Phaeozems	Карбонатни материали	Нива
6	гр. Карнобат	42°39’22”	26°59’09”	178	Излужена Смолница/Vertisol	Андезити	Нива
7	с. Баня, обл. Бургас	42°46’42”	27°48’05”	240	Силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва/Stagnosol	Безкарбонатни глини	Нива
8	с. Приморци, обл. Добрич	43°32’40”	27°55’31”	243	Типичен карасулук/Vertisol	Карбонатни глини	Нива
9	с. Ветрино, обл. Варна	43°18’49”	27°24’25”	210	Слабо излужен чернозем /Chernozem	карбонатни материали и глинясал льос	Нива
10	с. Голец, обл. Ловеч	43°02’53”	24°36’07”	329	Светлосива горска почва/Luvisol	карбонатни глини	Целина

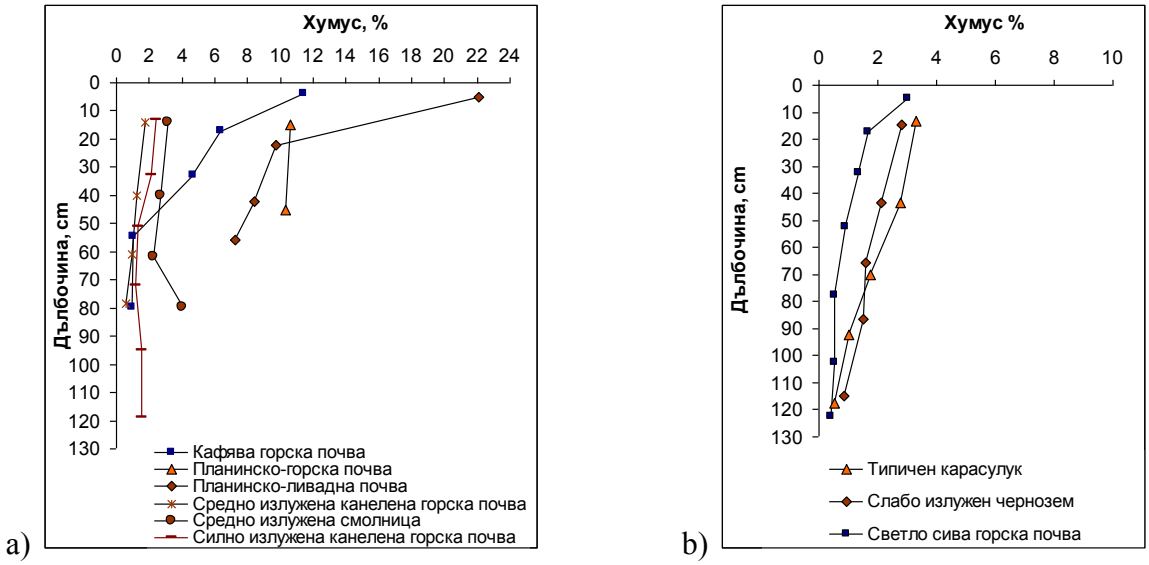
За сравнение са включени данни за влажността на завяхване на същите почвени различия от предишни изследвания, получени както чрез мембранния метод (Донева, 1976), така и чрез вегетационен опит с ечемик (Овчарова, 1962; Дилкова, 2014).

Резултати и обсъждане

Влажността на завяхване зависи от механичния състав и органичното вещество. Данните за профилното разпределение на физичната глина и съдържанието на хумус в изследваните профили показват значително разнообразие в Южна България (Фиг. 1a и 2a). В Северна България изследваните профили са по-еднотипни по отношение на тези показатели - с леко глинести и тежко песъчливо глинести и сходно разпределение на хумуса (Фиг. 1b 2b).

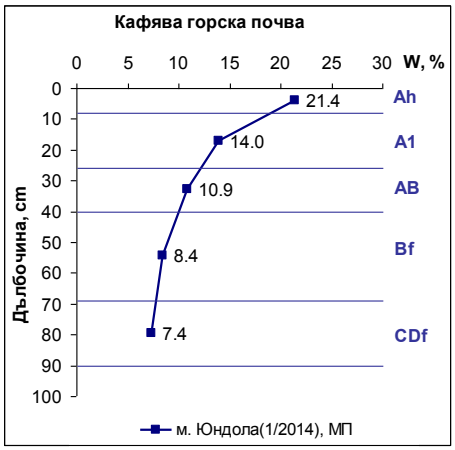


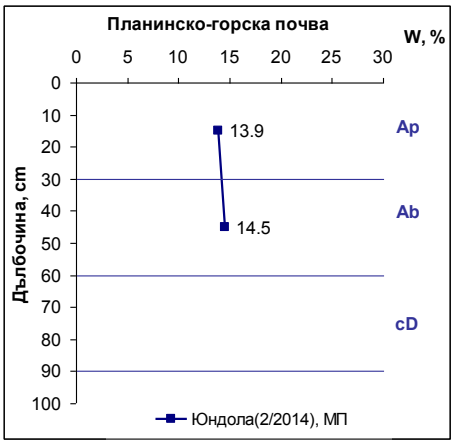
Фиг. 1. Профилно разпределение на съдържанието на физична глина (частици <0.01 mm) на изследваните почвени различия

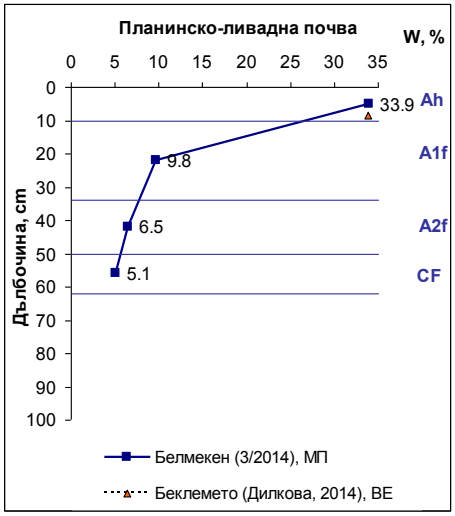


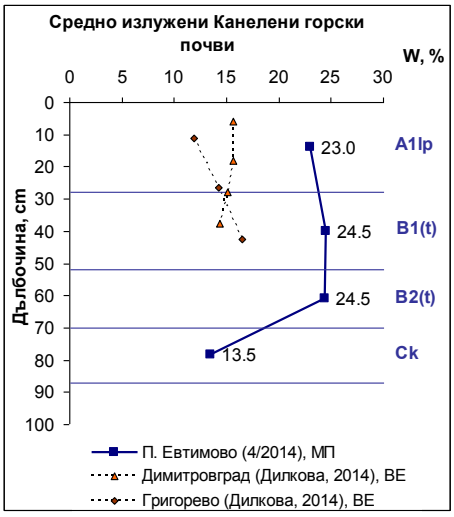
Фиг. 2. Профилно разпределение на съдържанието на хумус на изследваните почвени различия

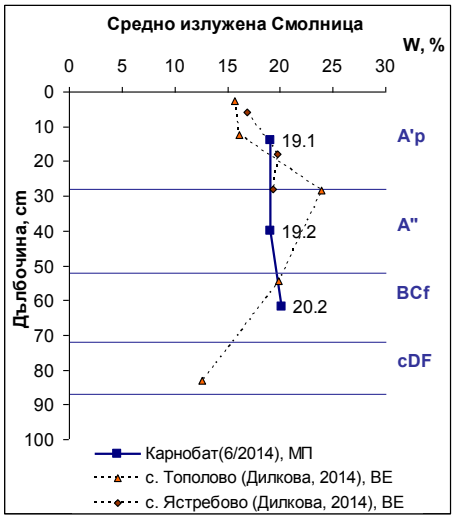
Измерената влажност на завяхване за всеки профил от Южна България е представена графично на фигура 3, а за тези от Северна България – на фигура 4.

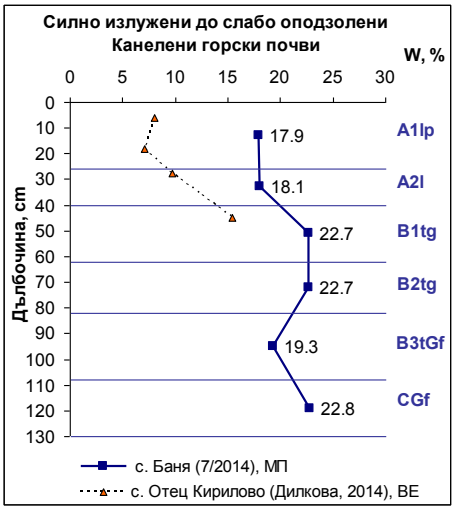




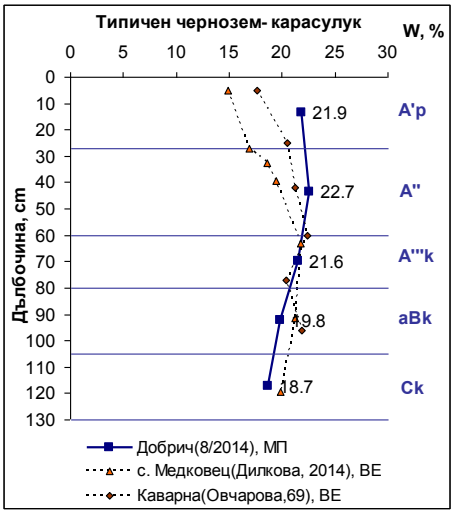


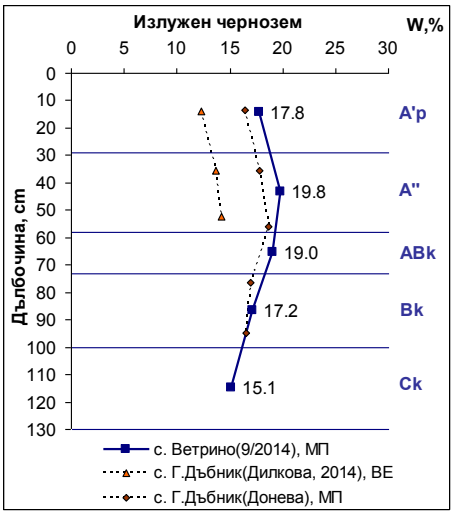


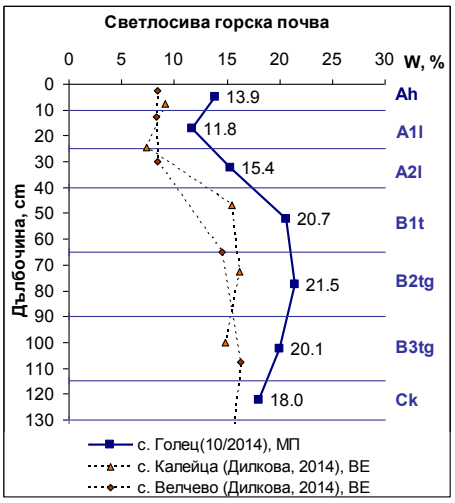




Фиг. 3. Профилно разпределение на влажността на завяхване (ВЗ, % тегл.) на изследваните почвени различия от Южна България, измерени с мембранна преса (МП) и архивни данни от други обекти, получени чрез вегетационен опит с ечемик (ВЕ) или чрез мембранна преса (МП)







Фиг. 4. Профилно разпределение на влажността на завяхване (ВЗ, % тегл.) на изследваните почвени различия от Северна България, измерени с мембранна преса (МП) и архивни данни от други обекти, получени чрез вегетационен опит с ечемик (ВЕ) или чрез мембранна преса (МП)

Влажността на завяхване в повърхностните А хоризонти на изследваните през 2014 г. профили варира от 14 до 34% в Южна България и от 14 до 22% за Северна България. Леко глинестите почви от Южна България са с по-високи стойности на влажността на завяхване (средно 23,5%) от тези в Северна България (средно 18,9%). При по леките по механичен състав почви се наблюдава постепенно намаление на влажността на завяхване в дълбочина. Високохумусните А хоризонти на кафявата горска и планинско ливадната почва (Фигура 2 а) са с най-високи стойности на влажността на завяхване – между 21% и 34%. Потвърждава се, установената и от други автори, разлика между влажността на завяхване получена по двата основни метода, като при мембранната преса стойностите са по-високи.

Заключение

Получените данни за влажността на завяхване чрез мембранна преса на девет георефериранипрофили на представителни за страната почвени различия, допълва съществуващата информацията за този важен водно-физичен показател. Изграждането на единна база данни на изследванията, извършени от различни изследователи, и разширяването й с липсваща информация за някои почвени различия ще бъде от полза при картиране на хидрологичните показатели на почвата и за мелиоративната практика.

Литература

Антипов-Каратаев И.Н., В. Галева, И.П Герасимов, К. Еников, Е. Танов, И. В. Тюрин, (ред.). 1960. Почвите в България, Земиздат, София.

Качинский Н. А. 1965. Физика почвы. Часть I. Изд. Высшая школа. Москва. 323

Дилкова Р. 1986. Структура и аерация на главните почвени различия в България. Хабилитационен труд. ИП "Н. Пушкаров". София.

Дилкова Р. 2014. Структура, физични свойства и аерация на почвите в България. Издателство „ПъблишСайСет-Еко".

Донева Е. 1976. Характер и влияние на хидрофизичните свойства на почвата върху влагообмена на ненаситена почва. Дисертация за присъждане на научна степен „Кандидат на селскостопанските науки".ВИСИ.

Йолевски М., А. Хаджиянакиев. 1976. Агрогрупиране на почвите в България, Разширен систематичен списък. Шифър на групите и почвените различия. МЗХП, ИППД «Н. Пушкаров», София. 89 стр.

Качинский Н. А. 1958. Механический и микроагрегатный состав почвы. Методы его изучения. Изд. Академии наук СССР, Москва, стр. 192.

Кононова М. 1963. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. АНСССР, Москва, 544 стр.

Овчарова Т. 1962. Водно-физични свойства на глинестите черноземи (карасулуци) в района на гр. Каварна. Известия на Централния Научноизследователски институт по почвознание и агротехника "Н. Пушкаров", том III, София, 1962, Издателство на БАН, стр.123-137.

Русева Св. 2001. Параметризиране на хидроложките характеристики на българските почви. *Сп. Почвознание, агрохимия и екология*, год. XXXVI, 4-6, 48-50.

Христов, Б., И. Илиев, Г. Димитров, И. Кирилов. 2015. Приложение на почвените класификации WRB и Soil Taxonomy в научна експедиция по проект BG051PO001-3.3.06-0042, под печат.

Richards L. A. 1941. A pressure-membrane extraction apparatus for soil solution. *Soil Science*. Vol. 51, No. 5, May, 1941.

Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy, 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook.

WRB. 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. FAO, Rome. 106

Благодарности. *Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията”, който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” и Европейския социален фонд.*

АГРОПРОИЗВОДСТВЕНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ОСНОВНИ ПОЧВЕНИ ТИПОВЕ В БЪЛГАРИЯ В НАУЧНА ЕКСПЕДИЦИЯ ПО ПРЕКТ BG051PO001-3.3.06-0042

Илияна Герасимова, Мирослав Иванов, Цецка Симеонова
ИПАЗР „Н. Пушкаров”,
E-mail: ilianich_ilieva@abv.bg

AGROPRODUCTION CHARACTERISTICES OF THE MAIN SOILS TYPES IN BULGARIA TAXONOMYIN IN YOUTH SCIENTIFIC FIELDTRIP (BG051PO001-3.3.06-0042 project)

Iliyana Gerasimova, Miroslav Ivanov, Cecka Simeonova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The territory of Bulgaria is characterized by great soil varieties. The formation and distribution of the different soils is determined by the specifics of the physical and geographical conditions, and complex combination between them.

The results are presented of the soil school in autumn of 2014, soil samples were taken from three soil varieties in different agro-ecological regions.

The aim of this paper is to establish the agro-production charactheristics of (WRB, 2014) Luvic Endoclacic Phaeozemus Clayic Aric Chromic, Haplic Vertisols (Aric Hypereutric Humic) and Haplic Chernozems (Clayic Aric).

The results indicatate that although the different soil texture and nutrient content, these soils can be successfully used for the growing main groups of crops, with a good agrotechnics.

Key words: soil types, soil tillage, weeding

Увод

България се характеризира с разнобразна почвена покривка. Това се дължи на разнобразните почвообразуващи скали, силно разчленен релеф, на различните физикогеогравски условия характерни за отделните и части, геоложка характеристика, растителна покривка и различни климатични условия (Пенков, 2005).

От биологичните фактори на почвообразуване растенията имат най-голямо значение за формирането на почвата и за нейното плодородие. Тяхната роля за почвообразуването се състои в това, че след отмирането си, те са главен източник на органични остатъци в почвата, които се преработват от животните и микроорганизмите и се превръщат в прости минерални соли и в специфично органично вещество – хумус. С това се осигурява хранителния режим на почвата.

В зависимост от характера на растителната покривка, почвата получава различни количества органични остатъци, с различен химичен състав и специфични процеси на разлагане от микроорганизмите, в резултат на което се формират почви с различно плодородие. (И.Димитров,2009). Почвеното плодородие пък е основният

фактор с който се съобразява агропризводствената оценка на дадена обработваема площ.

Целта на настоящата разработка е да се установят агропроизводствените характеристики на три почвени различия, да се оценят физико-механичните и химични свойства, съдържанието на макроелементи, както и пригодността им за отглеждане на селскостопански култури.

Материал и методи

Обект на изследване са три почвени профила: Средно излужена канелена горска почва, неерозирана леко глинеста, Средно излужена чернозем смолница- средно мощна, тежко песъкливо-глинеста и Слабо излужен чернозем, средно мощен, тежко песъкливо-глинест. Те са описани по време на проведено почвено училище през есента на 2014г, където са взети почвени проби от три различни агроекологични района.

Агропроизводствените характеристики включват следните показатели – агрохимични, химични и агротехнически като конкретните стойности са дадени в таблици 1 и 2.

Анализите са извършени съгласно приетите за страната методи: pH-потенциометрично; мин.N- по метода на Бремнер и Киней; P_2O_5 и K_2O - по метода на Петко Иванов; хумус – метода на Тюрин; механичен състав - по Качински.

Изследваните почви имат специфични геоморфологични характеристики както следва:

Изследвания почвен профил на Средно излужена канелена горска почва, неерозирана леко глинеста е:

Профил №4 – заложен на 228 m.н.в; №42^{0}09.054; E 023^{0}46.515; в землището на село Патриарх Евтимово,общ.Асеновград, обл.Пловдив.

Релеф - слабо, нагънат равнинен; релеф при профила - много слаб наклон на североизток; почвообразуващи скали - карбонатни материали, кватернер; мощност на профила- (A+B) - 70 cm; мощност на хумусно елувиален хоризонт – A_1lорн -28 cm - характеризира се тъмнокафяв цвят (7,5YR3/3), влажен, средно уплътнен, леко глинест механичен състав, с дребнозърнеста разпрашена структура. B_1(t) хоризонт е с мощност - 24 cm, отличава се с кафяв цвят (7,5YR4/4), влажен, плътен, с леко глинест механичен състав. Растителност-стърнище след зимно житни култури; агротехнически мероприятия – обработваема площ.

Изследвания почвен профил на Средно излужена чернозем смолница, средно мощна, тежко песъкливо глинеста е:

Профил №6 – заложен на 178 m.н.в.;№ 42^{0}40.810; E 026^{0}18.789; в град Карнобат, в ОП на Института по Земеделие Карнобат;обл.Бургас.

Релеф – слабо, нагънат равнинен; релеф при профила – слабо изразен северен склон; почвообразуващи скали – андезити; мощност на профила – 72 cm; мощност на хумусно акумулативния хоризонт – 72 cm. A^Iорн - 28 cm и A^{II}- 24 cm е мощен, не съдържа карбонати и се характеризира с много тъмносиво-кафяв цвят (10YR3/2) ,свеж, уплътнен с дребнозърнеста структура, разпращена от обработката. Преходния хоризонт е с мощност – A^{III}BCf - 20 cm – тежко песъкливо-глинест, не съдържа карбонати, има тъмнокафяв цвят (10YR3/3) , плътно сложение. Растителност –

стърнище след зимно житни култури; агротехнически мероприятия – обработваема площ.

Изследвания почвен профил на Слабо излужен чернозем, средно мощен, тежко - песъкливо глинест е:

Профил №9 – заложен на 223 m.н.в.;№ $43^0$32.677; E $027^0$55.514; на 2 km от с. Ветрино в посока град Шумен; обл.Варна.

Релеф–слабо,нагънат; релеф при профила–много слаб наклон на юг-2^0; почвообразуващи скали– карбонатни материали и глинясал льос; мощност на профила 0 - 130 cm; мощност на хумусно акумулативния хоризонт – A^Iорн -29 cm и A^{II}- 29 cm е мощен, не съдържа карбонати и се характеризира с много тъмносиво-кафяв цвят (10YR3/2), свеж, средно уплътнен, с дребно зърнеста структура в орния слой до троховидна в по-долните хоризонти, съдържа копролити.

Растителност – растителни остатъци от слънчоглед; агротехнически мероприяти – обработваема площ.

Резултати и обсъждане

Морфологичното описание на профилите показва,че и трите почвени различия имат добре оформен профил, състоящ се от ясно обособени генетични хоризонти. В повърхностните хоризонти и при трите почвени различия се забелязват съществени разлики по отношение на механичният им състав (Таблица1).

Таблица 1. Механичен състав в % към въздушно сухо състояние

Хоризонт дълбочина	Хигр. Влага %	Сума > 1	1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	Сума <0.01
№ 4 Патриарх Евтимово									
Alорн 0-28	6,11	0,0	8,2	13,8	9,4	15,4	5,9	47,3	68,6
B_1(t) 28-52	6,80	0,0	5,4	11,5	12,2	11,7	6,8	52,4	70,9
B_2(t) 52-70	7,00	0,0	5,8	12,8	8,8	14,5	5,9	52,2	72,6
Ck 70-87	0,37	16,2	22,2	1,4	9,2	12,1	5,2	33,7	51,0
№ 6 Карнобат									
A^Iорн 0-28	5,61	0,0	11,1	16,4	15,9	20,7	6,2	29,7	56,6
A^{II} 28-52	5,58	0,0	11,1	14,5	17,7	22,1	4,7	29,9	56,7
A^{III}BCf 52-72	6,74	2,9	24,4	14,9	11,4	16,5	4,9	25,0	46,4
№ 9 с. Ветрино									
A^Iорн 0-29	4,83	0,0	0,9	19,3	26,8	15,4	7,8	29,8	53,0
A^{II} 29-58	4,82	0,0	1,9	7,0	32,4	17,7	6,9	34,1	58,7
АВк 58-78	4,83	0,0	4,1	13,7	15,0	28,4	8,6	30,2	67,2
Вк 78-100	4,33	0,05	3,2	15,9	14,0	26,3	9,5	31,0	66,8
Ск 100-130	4,06	0,04	2,0	12,8	17,9	25,2	9,3	32,7	67,2

При Средно излужената канелена горска почва в землището на с.Патриарх Евтимово, хумусно елувиалния хоризонт A_1lорн - 28 cm - е с леко глинест механичен състав с съдържание на ил - 47,3% в орния хоризонт до 52,4% в преходно илувиалния хоризонт, и съдържание на физична глина съответно 68,6% и 70,9%.

При Средно излужената чернозем смолница в опитното поле на ИЗ Карнобат - хумусно акумулативния хоризонт – A^{I}орн - 28 cm и A^{II}- 24 cm - съдържанието на илестата фракция е по-ниска от тази при каналените голски почви - 29,7% -29,9%, а на физична глина - 56,6%, което я характеризира като тежко песъкливо-глинеста.

Слабо излужения чернозем заложен на 2 km от с.Ветрино в посока гр.Шумен - със съдържание на ил в повърхностния слой - A^{I}орн 29,8%, а в A^{II} 34,1% , и на физична глина съответно – 53,0% и 58,7%, който я определя като тежко-песъкливо глинеста.

Таблица 2. Агрохимична характеристика на почвите

Дълбочина см	pH		Σ N-NH_4+NO_3	P_2O_5	K_2O	Хумус	карбонати
	H_2O	KCl	мг/кг	мг/100г		%	%
№ 4 Патриарх Евтимово							
A_1(l)орн 0-28	5,6	4,7	15,0	7,8	29,3	1.72	0,0
B_1 (t) 28-52	5,9	5,0	17,3	0,2	27,1	1.24	0,0
B_2 (t) 52-70	6,9	6,2	13,8	0,2	27,7	0.97	0,77
Ck 70-87	8,0	7,3	21,9	2,3	10,3	0.62	45,44
№ 6 Карнобат							
A`орн. 0-28	6,1	5,1	24,2	13,1	28,1	3,12	0,0
A`` 28-52	5,7	4,8	19,0	17,7	25,6	2.69	0,0
A```BC (f) 52-72	5,9	5,0	11,5	8,1	21,9	2.24	0,0
№ 9 с. Ветрино							
A` орн. 0-29	7,0	6,0	16,1	1,2	26,7	2.83	0,0
A`` 29-58	7,0	6,0	11,5	0,2	24,8	2.14	0,0
AB(к) 58-78	7,9	7,0	10,4	0,2	21,2	1.60	2,40
B(к) 78-100	7,9	7,2	8,1	0,2	21,1	1.52	5,83
C(к) 100-130	7,9	7,2	19,6	0,5	16,5	0.84	13,54

Средно излужената чернозем смолница се отличава от останалите две почвени различия, по-високото съдържание на хумус в хумусно акумулативния хоризонт – A^{I}орн - 3,12%, следвана от излужения чернозем в района на с.Ветрино със съдържание на хумус в орния хоризонт A^{I}орн - 2,83%. С най-ниско съдържание на хумус са каналените горски почви - A_1lорн - 1,72%. При трите почвени различия съдържанието на хумус по дълбочината на профила намалява, като най-ниско е в профил №4 (Патриарх Евтимово) - 1,24% в B_1(t) хоризонт (Таблица 2).

По отношение на усвоимите форми на азот, най-високо е съдържанието в орния хоризонт при средно излужената чернозем смолница – A^{I}орн - 24,2 mg/kg почва, следвана от слабо излужения чернозем – A^{I}орн – 16,1 mg/kg почва, и средно излужената канелена горска почва с съдържанието на усвоим азот в повърхностния

хоризонт - 15,0 mg/kg почва. Тенденцията и при трите почвени различия е намаляване на съдържанието на усвоим азот по дълбочина на профила.

По отношение на усвоимите форми на фосфор- с най-високо съдържание е средно излужената чернозем смолница в Карнобат – A^{I}орн -13.1 mg/100g почва, следвана от средно излужената канелена горска почва - Aiорн-7,8 mg/100gпочва, и с най ниско съдържание на фосфор е слабо излужения чернозем при с.Ветрино – A^{I}орн - 1,2 mg/100g почва. И при трите почвени различия се наблюдава намаляване на съдържанието на усвоим фосфор по дълбочина на профила.

Успешно могат да се използват всички видове фосфорни торове без особени рискове за фиксация, но за предпочитане са тези с по-високо съдържание – троен суперфосфат, амофос (MAP), Eurobio и др.

Характерно и за трите почвени различия е, че са добре запасени с усвоим калий. Най- високо е съдържанието на усвоим K в повърхностните хоризонти - 26,7 - 29,3 mg/100g почва. Калиево торене е небходимо само при високи норми на азотно-фосфорно торене и при отглеждане на калиево любиви култури (слънчоглед, рапица, картофи и др).

Почвената реакция на средно излужената канелена горска почва е средно кисела pH(KCL) - 4,7 в орния хоризонт до 5,0 в B_1(t) хоризонт. Същевременно реакцията на почвения разтвор предопределя използването на физиологично алкални и неутрални минерални торове (CAN, Eurobio, листни органични и др.).

При излужената чернозем смолница, почвената реакция в повърхностния A^{I}орн хоризонт pH_{KCl} - 5,1 е слабо кисела, а в хоризонт A^{II} е средно кисела pH_{KCl} - 4,8. Реакцията на почвения разтвор в безкарбонатната част на слабо излужения чернозем е неутрална pH_{KCl} - 6,0. Неутралната им реакция дава възможност успешно да се използват всички минерални азотни торове.

По отношение на водно-физичните им свойства изследваните почви се различават. Недостатък при излужената чернозем смолница, е че при навлажняване набъбват, а при изсъхване силно се свиват. Във влажно състояние се мажат, лепнат и трудно се обработват, а при изсъхване се напукват и образуват пукнатини широки до 10 cm и дълбоки 1m. Тези почви се отличават с висока водозадържаща способност, поради повишеното съдържание на глина. Мероприятията за запазване и подобряване на плодородието на смолниците, трябва да бъдат насочени към ограничаване на отрицателното влияние на общите им физични, физико-механични, водни и въздушни свойства върху растежа, развитието и продуктивността на селскостопанските култури.

Направените средногодишни водни баланси и проучване на съдържанието на влага в почвата през вегетационния период в различни райони на Южна България (Патриарх Евтимово) показват, че юли и август обикновено са сухи и запасът от продуктивна влага в еднометровия слой при каналените горски почви не е достатъчен (М.Пенков,2005). По месеци валежите са разпределени неравномерно, ясно очертани са два минимума- февруари и август по 31 mm и два максимума –май и юни – съответно 70-75 mm. Често срещани са летните засушавания които водят до дефицит на почвена влага във фазите на усилено развитие на пролетните култури. Ето защо без напояване при тях не може да се осигури нормален растеж, развитие и висока продуктивност на отглежданите култури.

Слабо излужения чернозем се отличава с добри общи физични свойства. Характеризира се с добър воден капацитет (което има много голямо значение във връзка с тяхната продуктивност). Макар да имат общ рохкав строеж на почвения профил и слаба пластичност, те се приплескват при проливни дъждове и снеготопене и след просъхване образуват сравнително дебела кора. При обработка в сухо състояние и особено ако са ерозирани, те се къртят на сравнително по-големи и твърди буци, поради което трябва строго да се спазват агротехническите срокове при отглеждане на културите. Поради по-тежкия механичен състав, те имат по-висока водозадържаща способност и по-продуктивно използват запасите от почвената влага. Те са най-плодородните почви у нас. Това се дължи както на високото съдържание на хумус, така и на добрите им водно-физични свойства.

Характерно и за трите почвени различия и агроекологичните райони в които се намират, те са подходящи за отглеждане на редица селскостопански култури: зимно-житни култури (пшеница, ечемик, ръж, тритикале, овес), на ранни (фий, грах), късни пролетни култури (фасул, царевица, слънчоглед, и др) и на зеленчуци при условия на напояване (лук, чесън, пипер, домати, дини, пъпеши и фъстъци) и др.

За Пловдивския регион и с. Патриарх Евтимово, с голям успех може да се отглеждат лозя за производство на грозде, за червени сухи вина и на десертно грозде и костилкови овощни видове (сливи,праскови). От агропроизводствена гледна точка – почвеното различие се характеризира с недостатъчна запасеност с хранителни елементи, което налага да се провежда балансирано торене. При тези почви най-високи добиви се получават от комбинирано азотно-фосфорно торене. Почвите са добре запасени с калий, така че не се налага торене с калиеви торове, освен при отглеждане на някои технически култури като слънчоглед, тютюн, цвекло, картофи и др. Същевременно реакцията на почвения раствор предопределя използването на физиологично алкални и неутрални минерални торове (CAN, Eurobio, листни органични с ензимен комплекс).

На трите почвени различия може да се изграждат, ралични типове - зърнено-бобови, зърнено-житни, фуражни и зеленчукови сеитбообращения, като зеленчуковите култури трябва да се настаняват при поливни условия. Едно добре структурирано сеитбообращение може да се приложи по следната схема: зимно-житно - окопно - зимно-житно - окопно

Обработките се прилагат като система в рамките на изградената сеитбообращение. Основната обработка на почвата е необходимо да се провежда веднага след прибирането на предшественика, ако той е стърнищна култура

За района на Патриарх Евтимово - при средно излужената каканелена горска почва, са характерни силните засушавания, своевременната обработка позволява да се използва наличното количество почвена влага. Поради голямата плътност и слаба аерация, продълбочаването на орницата съпроводено с органично и минерално торене е високоефективно мероприятие. При високо стърнище първо се провежда подмятане с дисково оръдие на дълбочина 10-12cm. Основната обработка за окопни култури като царевица, фъстъци, пипер, фасул - се извършва на дълбочина 25-28 cm с обръщателен плуг или разрохкващо оръдие. Допълнителна есенна обработка се извършва само по необходимост. Напролет при първа възможност площта се бранува или култивира на

дълбочина 8-10 cm с едновременно брануване. При царевицата и др.късно пролетни култури, сеитбата обикновено се провежда през третата деседневка на април, често се налага извършване на повече от една обработка след първата пролетна на дълбочината 6-8 cm. Валирането на площта след сеитбата е изключително важно мероприятие, особено при житните култури.

За района на Карнобат при излужената чернозем смолница, при отглеждане на окопни култури като - царевица, слънчоглед, цвекло и др, за подобряване на технологичните свойства на тези почви и за повишаване на тяхното плодородие е наложително след прибиране на зимните житни култури (пшеница,ечемик), да се извършва при необходимост подметка на стърнищата, за да се избегне бързото напукване на почвата и по-дълбокото изсушаване. По-голямата мощност на хумусния хоризонт дава възможност основната обработка да се извършва на по-голяма дълбочина – 28-30 cm с разрохкващо оръдие или плуг. Допълнителна обработка през есента се прилага само по необходимост. На пролет почвата се обработва при първа възможност с култиватор или комбиниран почвообработващ агрегат на дълбочина 8-10 cm. Непосредствено преди сеитбата се извършват една, две предсеитбени обработки на дълбочина 6-8 cm, като преди последната се внася азотен тор (една част от него може да се внесе през вегетацията). Излужената чернозем смолница е отзивчива на фосфорно торене, а нужда от калий има само в случаите когато няколко години не е внасян калиев тор. При добро овлажняване през есенно зимния период често почвата има много рохкава структура и в такива случаи се извършва валиране след сеитбата.

За района на с. Ветрино при слабо излужения чернозем, при отглеждане на окопни култури като - царевица, слънчоглед, захарно цвекло, при добро агротехническо състояние на почвата в орния слой се извършва разрохкване с култиватор-разрохквач на дълбочина 25-30 cm, а при сбита почва с обемна плътност над 1,4г/cm^3 и вторично заплевеляване, обработката е плужна оран на същата дълбочина. Основното торене е с фосфорни и калиеви минерални торове и се извършва преди дълбоката оран. За ограничаване развитието на плевелите, през есента се извършва дискуване на дълбочина 10-12 cm, а при наличие на многогодишни плевели – култивиране. Напролет при първа възможност се провежда култивиране на дълбочина 6-8 cm с едновременно брануване. Необходимото количество азотен тор, се внася предсеитбено в почвата чрез култивиране или дискуване на дълбочина 6-8 cm. Сеитбата при окопните култури трябва да се извършва с пневматични широкозахватни сеялки, като дълбочината на засяване на семената е 5-6 cm. При рохкаво сложение на повърхностния слой на почвата, площта се валира след сеитбата.

При отглеждане на зимно-житни култури, изследваните почви не се различават по отношение на обработките на почвата. При тях обработката зависи от срока на прибиране на предшественика и състоянието на почвата (влажност, заплевеленост, уплътненост). Когато в почвата има достатъчно влага (най-често след най-ранните предшественици -грахова и фиева смес, рапица и др.),непосредствено след прибирането на предшественика се извършва оран на дълбочина 18-20 cm. Едновременно с оранта се извършва брануване за растрошаване на буците и изравняване на почвената повърхност. След късни-окопни предшественици (царевица, слънчоглед, соя, цвекло, памук и др), които са и основните предшественици, те се прибират късно което скъсява

времето за извършване на предсеитбената обработка. През есента се извършва плитка оран на почвата на дълбочина 8 - 10 cm, при което се създават благоприятни условия за качествена сеитба, равномерно поникване и добро вкореняване на растенията. При наличие на влага и многогодишни плевели се оре на дълбочина 16-18 cm, с едновременно брануване или дискуване. Когато по време на прибирането на предшественика почвата е суха, за да се избегне образуването на буци е необходимо да се извърши плитка обработка с дискови плугове или брани ,които разрохкват почвата на дълбочина 8-10 cm. Резултатите от дискуването са по-добри, когато площта е чиста от растителни остатъци и слабо заплевелена. Зимно-житните култури се засяват през втората половина на септември до края на октомври. Валирането след сеитбата е задължително мероприятие.

Борбата с плевелите и при трите почвени различия се извежда интегрирано, като след сеитбата на окопните култури се пръска с почвени хербициди, а при необходимост след междуредовото окопаване и с вегетационен хербицид. За зимно житните култури поради това че плевелният състав в районите включва упорити и устойчиви на хормоналните хербициди (2,4D) плевели, се прилагат продукти с комбинирано действие. Плевелната асоциация включва представители от всички групи, като най-масово разпространени са едногодишните плевели; От ранно-пролетните плевели преобладават: див овес (Avena fatua), колендро (Biofora radians), фасулче (Poligonum convolvulus), полски синап (Sinapis arvensis),и др. От групата на късно-пролетните плевели разпространени са – тученица (Portulaca oleracea), кощрява (Setaria glauca), обикновен щир (Amaranthus retroflexus), и др. От многогодишните плевели се срещат: пирей (Agropyrum repens), троскот (Cynodom dactilum), повитица (Convolvulus arvensis), паламида (Cirsium arvense), и др.

Заключение

Резултатите от анализите и агропроизводствената характеристика на Средно излужена канелена горска почва, неерозирана леко глинеста, Средно излужена смолница средно мощна, леко глинеста и Слабо излужен чернозем, средно мощен, неерозиран, тежко песъкливо-глинест, изследвани в различни агроекологични района, показват, че и трите почви се различават по механичен състав, съдържание на хранителни елементи, физични и химични свойства. При добра агротехника тези почви могат успешно да се използват за отглеждане на голям брой култури и да се гарантират устойчиви добиви.

Литература

Митова. Т., И. Димитров. 1998. Значение на различни системи за обработка на почвата за стабилизиране на добивите от царевица. Почвознание агрохимия и екология,33,18-22.

Пенков. М. 2005.Оценка на земеделските земи в България.,Земиздат.С.

Angellini L.G. et al. 1997. Long-term effects of reduced tillage practices and differential nitrogen fertilization on yield and nutrient uptake of winter wheat. Proceedings 14th ISTRO Conference, Pulawy. Poland, pp. 27-30.

Mitova T., I. Dimitrov. 1999. Environmental impact of different tillage systems applied in crop rotation on Chromic Luvisol. Extended abstracts 6 th International Meeting on Soils with Mediterranean Type of Climate, Barcelona, Spain, 663-665.

Благодарности. *Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията”, който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” и Европейския социален фонд.*

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПОЧВЕНИТЕ КЛАСИФИКАЦИИ WRB И SOIL TAXONOMY В НАУЧНА ЕКСПЕДИЦИЯ ПО ПРОЕКТ (BG051PO001-3.3.06-0042)

Бисер Христов, Илия Илиев, Георги Димитров, Ивайло Кирилов
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

APPLICATION OF SOIL CLASSIFICATIONS WRB AND SOIL TAXONOMY IN YOUTH SCIENTIFIC FIELDTRIP (BG051PO001-3.3.06-0042 PROJECT)

Biser Hristov, Ilia Iliev,Georgy Dimitrov, Ivailo Kirilov
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The paper deals with the classification of different soil types during the youth scientific fieldtrip where soils were classified according to new World Reference Base for Soil Resources 2014 and Soil Taxonomy 1999. Scientific fieldtrip describes differences between Bulgarian classification, WRB and Soil Taxonomy nomenclature of the soil units, based on the concept of causality between interacting components of natural object and environment. Nine soil profiles were described in all parts of Bulgaria. According WRB soils are Umbrisols, Luvisols, Chernozems, Phaeozems, Vertisols and Stagnosols. Soil Taxonomy classify these soil profiles as Inseptosols, Mollisols, Vertisols and Alfisols.

Key words: Soil classification, WRB, Soil Taxonomy

Увод

Изследванията на почвите в България показват, че страната е уникален почвен музей с 276 почвени различия в 5 климатични области (Теохаров, 2010). Голямото почвено разнообразие изисква и високо ниво на познание и научни изследвания.

В Северна България се срещат основно Черноземите и Сивите горски почви. В пояса 800-900 m н.в. е преходът на Светлосивите горски към Кафявите горски почви. Основни типове от Южна България са Канелените горски почви, Смолниците, Жълтоземите, Кафявите-горски, и др (Shishkov et al., 2014). Планинско-ливадните почви се намират във високите части на Стара планина, Рила, Родопите, Витоша, Пирин и др. В цяла България се срещат азонални почви, като слаборазвитите Регосоли и Литосоли и засолените, Солонци и Солончаци.

Използването на Международната референтна база за почвените ресурси (WRB2014) и американската почвена класификация Soil Taxonomy (1999) има важно значение за разпознаването на почвите чрез прилагането на международните стандарти и критерии в диагностиката и класификацията на почвите. На международно ниво, класификация на почвите може да бъде достъпна за по-широк кръг научни изследвания. Определянето на почвите по двете най-използвани класификации в света ще помогне за синхронизиране на наименованията на основните диагностични хоризонти. Въпреки че международната класификация WRB(2014) е заимствала

основни имена от Soil Taxnomy(1999), ще се потвърди факта че всъщност двете системи са доста различни.

Основната цел е да се класифицират изследваните почвените почвени профили по Международната референтна база за почвените ресурси WRB(2014) и американската почвена класификация Soil Taxonomy (1999).

Материал и методи

Изследвани са 9 почвени профили от северна и южна България, където са използвани следните методи: Морфологично описание и класификация на почвите в полска обстановка по Йолевски и др. (1976); pH във вода – потенциометрично съгласно ISO 10390:2010; хумус по Тюрин (описан от Пенков, 1981); карбонати по Шайблер (описан от Пенков, 1981), Механичен състав по ISO 11277:2009, Сорбционен капацитет и Степен на наситеност с бази по БДС EN ISO 11260:2011.

Резултати и обсъждане

1. Основни почвени характеристики

Местоположение: Юндола; 1631 м н.в.; N 42^{o} 12.203’; E 023^{o} 46.536’. **Почвообразуващи скали:** изветрял пясъчник. **Релеф:** Планински, пресечен. **Релеф на профила:** югоизток. **Земеползване**: Пасище. **Температурен Режим –**Криик. **Воден режим** – Удик. **Почвена класификация:** ***Кафява горска почва, плитка – вторично затревена, неерозирана, глинесто-песъклива, слабо камениста***

ПРОФИЛ 1

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ

	$A_{(чим)f}$ 0-8см	Много тъмносиво-кафяв (10YR 3/2), сух, слабо уплътнен, глинесто-песъклив , зърнеста структура, множество коренчета и дребни фрагменти, не шупва от HCl, преход постепен
	A_{1f} 8-26 см	Много тъмносиво-кафяв (10YR 3/2), свеж, слабо уплътнен, леко-песъкливо глинест, троховидна структура, влакнести корени и дребни единични по-едри фрагменти, не шупва от HCl, преход забележим
	A_{2f} 26- 40см	Тъмножълтеникаво-кафяв (10YR 4/4), свеж, уплътнен, леко-песъкливо глинест, троховидна структура, влакнести корени и дребни единични фрагменти, не шупва от HCl, преход ясен
	BCf 40-69см	Жълтеникаво-кафяв (10YR 5/6), свеж, уплътнен, леко-песъкливо глинест, безструктурен, дребни фрагменти и отделни по-едри скални късове, не шупва от HCl, преход постепен
	CDf 69-90см	Кафеникаво-жълт (10YR 6/6), свеж, уплътнен, глинесто-песъклив, безструктурен, дребни фрагменти и скални късове, не шупва от HCl,

Таблица 1. Аналитични данни – Профил 1

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
$A_{чим}$	0 – 8	4,8	11.41	0,0	21,3	70,42	67,83	7,7	Sandy loam
A_1	8 – 26	5,0	6.36	0,0	10,4	51,93	57,6	8,9	Sandy loam
AB	26 -40	4,9	4.67	0,0	10,3	50,50	70,1	7,15	Sandy loam
BCf	40 - 69	5,0	1.05	0,0	4,5	49,44	65,7	10,9	Sandy loam
CDf	69 -90	5,2	0.93	0,0	3,00	56,52	80,3	10,55	Loamy-sand

WRB 2014 name: *Cambic Mollic* **Umbrisols (***Epi-loamic Endo-Arenic Hyperhumic Endo-eutric)* Soil Taxonomy 1999 name: Humic Eutrocryepts

ПРОФИЛ 2

Местоположение: Пътя Юндола-Белмекен 1718 м н.в. N 42˚04.179’; E 023˚46.006’. **Почвообразуващи скали:** безкарбонатни твърди скали. **Релеф:** Планински, пресечен. **Релеф на профила:** югозападен склон. **Температурен Режим –**Криик**. Воден режим** – Удик. **Земеползване**: угар. **Почвена класификация в полска обстановка:** ***Планинско-горска почва, тъмноцветна, неерозирана, леко-песъкливо глинеста***

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ



$A_{орн}$ 0-30см	Тъмносиво-кафяв(10YR 3/2), свеж, рохкав, леко-песъкливо глинест, дребнозърнеста структура, едри влакнести корени, не шупва от HCl, преход постепен
A_2f 30-60см	Тъмносиво-кафяв(10YR 3/2), свеж, слабо уплътнен, средно-песъкливо глинест, троховидна структура, единични скални фрагменти, не шупва от HCl, преход постепен
cD 60-90см	свеж, слабо уплътнен, леко-песъкливо глинест, безструктурен, едри скални късове, не шупва от HCl

Таблица 2. Аналитични данни – Профил 2

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
A_1(орн)	0-30	3,7	10,61	0	5,11	37,18	66,4	12,45	Sandy loam
A_2f	30-60	3,95	10,35	0	5,22	44,06	45,5	13,35	Loam
cDF	60-90	-	-	-	-	-	-	-	-

WRB 2014 name: Haplic Umbrisols (Loamic Hyperhumic)
Soil Taxonomy 1999 name Humic Dystrocryepts

ПРОФИЛ 3

Местоположение: Югоизточно над яз. Белмекен 1936 м н.в.; N 42˚09.055’; E 023˚46.514’. **Почвообразуващи скали:** грано-диорити. **Релеф:** Планински, силно пресечен. **Релеф на профила:** югоизточен склон. **Температурен Режим –**Криик. **Воден режим** – Удик. **Земеползване:** ливада. **Почвена класификация в полска обстановка:** ***Планинско ливадна почва, слабо ерозирана, леко-песъкливо глинеста, слабо камениста***

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ

	$Af_{(чим)}$ 0-10 см	Тъмнокафяв(10YR 3/3), свеж, слабо уплътнен, леко-песъкливо глинест, дребнозърнеста структура, множество влакнести корени, дребни камъчета, не шупва от HCl, преход постепен
	A_1f 10-34 см	Много тъмносив(10YR 3/1), влажен, слабо уплътнен, леко-песъкливо глинест, троховидна структура, множество влакнести корени, дребни камъчета , не шупва от HCl, преход постепен
	A_2f 34–50 см	Много тъмносив(10YR 3/2), влажен, слабо уплътнен, глинесто-песъклив, троховидна структура, около 30% влакнести корени, дребни камъчета , не шупва от HCl, преход забележим
	CDF 50-62 см	Жълтеникаво кафяв(10YR 5/4), свеж, уплътнен, глинесто песъклив, безструктурен, едри скални късове, не шупва от HCl

Таблица 3. Аналитични данни – Профил 3

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
$A_{(чим)}$	0-10	4,5	22,08	0,0	16,8	66.70	40,48	11,5	Sandy –loam
A_1f	10- 34	4,6	9,72	0,0	13,3	70,87	42,86	12,7	Sandy- loam
A_2f	34 – 50	4,6	8,43	0,0	10,5	69,88	44,76	9,2	Loamy-sand
CDF	50- 62	4,8	7,28	0,0	9,20	81,63	45,66	5,1	Loamy-sand

WRB 2014 name: Epi-Cambic **Umbrisols** (Epi-loamic Endo-Arenic Hyperhumic)
Soil Taxonomy 2010 name : **Humic Dystrocryepts**

ПРОФИЛ 4

Местоположение:с. Патриарх Евтимово, 228 м н.в.; N 42˚09.054’; E 023˚46.515’ **Почвообразуващи скали:** карбонатни материали, кватернер. **Релеф:** равнинен **Релеф на профила:** наклон на североизток. **Температурен Режим –** Мезик. **Воден режим –** Ксерик. **Земеползване:** стърнище. **Почвена класификация в полска обстановка:** ***Средно излужена канелена горска почва, неерозирана, леко глинеста***

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ

	$A_1l_{(орн)}$ 0- 28 см	Тъмнокафяв (7,5YR 3/3), влажен, средно уплътнен, леко глинеста, дребнозърнеста, разпрашена структура, едри кварцови зърна, влакнести корени, не шупва от HCl, преход забележим
	$B_1(t)$ 28 - 52см	Кафяв (7,5YR 4/4), влажен, плътен, леко глинест, буцеста структура, единични кварцови зърна, манганови конкреции (сачми), малки глеевидни петна, обмитост на агрегатите, не шупва от HCl, преход постепен
	$B_2(t)$ 52 - 70см	Светлокафяв (7,5YR 4/6), влажен, плътен, леко глинест, буцеста структура, единични кварцови зърна, манганови конкреции (сачми), малки глеевидни петна, обмитост на агрегатите, не шупва от HCl, преход рязък
	Ck 70 – 87см	Кафяв (7,5YR 5/4) на петна (7,5YR 5/6 и 7,5YR 7/3), свеж, силно уплътнен, леко песъкливо глинест, безструктурен, меки и твърди карбонатни конреции , шупва от HCl

Таблица 4. Аналитични данни – Профил 4

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
A_1l	0- 28	5,4	1.72	0,0	32,23	96.18	22	50,25	Clay
$B_1(t)$	28 - 52	5,3	1.24	0,0	38.52	93.20	16,9	55,8	Clay
$B_2(t)$	52 - 70	6,9	0.97	0,77	36.71	99.70	18,6	55,15	Clay
Ck	70 – 87	8,0	0.62	45,44	32.11	99.66	39,8	36,3	Clay-Loam

WRB 2014 name: Endoclacic **Phaeozems** Clayic Aric Chromic
Soil Taxonomy 1999 name : Typic Calcixerolls

ПРОФИЛ 6

Местоположение: Карнобат, Институт по Земеделие Карнобат 178 м н.в.; N 42˚40.810’; E 026˚18.789’ **Почвообразуващи скали:** андезити. **Релеф:** слабо, нагънат равнинен **Релеф на профила:** Северен склон. **Надморска височина и координати**: 178 м н.в.; N 42˚40.810’; E 026˚18.789’. **Температурен Режим** -термик **; Воден режим** -ксерик **Земеползване:** стърнище. **Почвена класификация в полска обстановка: Средно *излужена чернозем- смолница, тежко песъкливо-глинеста, средномощна ,върху андезити***

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ

	$A'_{орн}$ 0- 28 см	Много тъмносиво-кафяв (10YR 3/2), свеж, уплътнен, тежко песъкливо-глинест, дребнозърнеста структура, разпрашена от обработката, сликенсайд, корени от житни растения, активна биологична дейност, не шупва от HCl, преход постепен
	A^{II} 28- 52см	Много тъмносиво-кафяв (10YR 3/2), свеж, средно уплътнен, тежко песъкливо-глинест, буцеста структура, сликенсайд, твърди манганови конкреци, не шупва от HCl, преход забележим-плаващ
	$A^{III}Cf$ 52- 72см	Тъмнокафяв (10YR 3/3), петна (10YR 4/4), свеж, плътен тежко песъкливо-глинест, буцеста структура, вклиняващи се джобове, глинообразуване на място, не шупва от HCl, преход постепен
	cDF 70- 87см	Жълтеникаво-кафяв (10YR 5/4), свеж, плътен, средно песъкливо глинест, безструктурен, не шупва от HCl

Таблица 5. Аналитични данни – Профил 6

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
$A_{орн}$	0- 28	6,1	3,12	0	36,22	99,67	27,5	32,8	Clay-Loam
A^{II}	28 - 52	5,7	2.69	0	41,10	99,76	25,6	32,25	Clay-Loam
BCf	52 - 72	5,9	2.24	0	37,71	99,71	42,2	27,45	Loam
cDF	70 – 90	-	-	-	-	-	-		-

WRB 2014 name: Haplic Vertisol (Aric Hypereutric Humic)
Soil Taxonomy 2010 name : **Entic Haploxererts**

ПРОФИЛ 7

Местоположение: с. Баня, Варненско240 м н.в.; N 42˚39.373'; E 026˚59.154' **Почвообразуващи скали:** безкарбонатни глини. **Релеф:** билна част, **Релеф на профила:** слаб наклон на север. **Температурен Режим -**мезик**; Воден режим** - удик **Земеползване:** нива. **Почвена класификация в полска обстановка:** ***Силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва, глеевидна, тежко песъкливо-глинеста, неерозирана***

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ

	$A_1l_{орн}$ 0- 26 см	(10YR 5/4), влажен, слабо уплътнен, тежко-песъкливо глинест, дребно зърнеста структура, разпрашена, влакнести корени от житни растения, не шупва от HCl, преход забележим
	A_2l 26 – 40 см	(10YR 5/6), влажен, слабо уплътнен, леко глинест, дребно зърнеста структура, единични фрагменти до 1см, не шупва от HCl, преход рязък
	B_1tg 40-62 см	(7.5YR 5/6), влажен, уплътнен, леко глинест, буцесто-призматична структура, едри фрагменти до 1 см, манганови

		конкреции, ръждиви и глеевдини петна, не шупва от HCl, преход забележим
	B_2tg 62 – 82см	(10 YR 6/1) с петна (5 YR 5/6), влажен, плътен тежко-песъкливо глинест, буцесто-призматична структура, едри фрагменти, манганови конкреции, ръждиви и глеевдини петна, не шупва от HCl, преход постепенен
	B_3tGf 82–108cm	(10 YR 5/2) с петна (5 YR 5/6), влажен, плътнен, тежко-песъкливо глинест, буцесто-призматична структура, едри фрагменти, манганови конкреции, глеев хоризнот, не шупва от HCl, преход постепен
	CGf 108–130cm	(10 YR 5/2) с петна (5 YR 5/6), влажен, плътнен, леко глинест, буцеста структура, глеев хоризнот, не шупва от HCl

Таблица 6. Аналитични данни – Профил 7

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
A1lорн	0-26	4,9	2,40	0	30,04	81,91	21,9	35,75	Clay-Loam
A2l	26-40	4,9	2,10	0	26,00	78,08	22,3	36,95	Clay-Loam
B1tg	40-62	5,0	1,33	0	26,80	80,22	22,3	42,95	Clay
B2tg	62-82	4,6	1,14	0	27,70	76,90	19,7	37,3	Silty-Clay-Loam
B3tGf	82-108	4,7	1,50	0	26,95	78,11	24,7	35,8	Clay-Loam
CGf	108-130	5,15	1,52	0	30,9	81,88	19,4	34,95	Silty-Clay-Loam

WRB 2014 name: Luvic Glayic **Stagnosol** (Clayic Aric Chromic)
Soil Taxonomy 1999 name : **Typic Epiaqualfs**

ПРОФИЛ 8

Местоположение: Полковник Свещарово, Добричко, 243 м н.в.; N 43˚ 32.676’; E 027˚ 55.514’ **Почвообразуващи скали:** карбонатни глини **Релеф:** Хълмисто-платовиден **Релеф на профила:** северен склон 3-4˚. **Температурен Режим -** Мезик**; Воден режим** Устик, **Земеползване:** угар.**Почвена класификация в полска обстановка:** ***Типичен Чернозем – Карасулук, мощен, тежко-песъкливо глинест,***

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ

	$A^I_{орн}$ 0- 27	(10YR 2/1), свеж, средно уплътнен, тежко-песъкливо глинест, буцесто-призматична структура, коренчета и остатъци от стърнище, финни корени, копролити, червейчета, не шупва от HCl, преход постепен
	A^{II} 27 – 60 см	(10YR 2/1), свеж, уплътнен, леко глинест, буцесто-призматична структура, обмитост на агрегатите, финни корени, копролити, червейчета, не шупва от HCl, преход постепен

	A^{III}_k 60 – 80 см	(10YR 3/2), влажен, уплътнен, леко глинест, буцесто-призматична структура, обмитост на агрегатите, финни корени, копролити, червейчета, хумусни натеци, шупва от HCl, преход постепен
	aB_k 80 – 105 см	(10 YR 3/3), влажен, уплътнен, леко глинест, буцеста структура, обмитост на агрегатите, финни корени, копролити, хумусни натеци, шупва от HCl, преход постепен
	C_k 105 – 130 см	(10 YR 4/4), влажен, средно уплътнен, леко глинест, безструктурен, различни по форма и големина карбонатни конкреции, белоочки, карбонатни куклички, петна и налепи с цвят 10 YR8/1 и 10YR7/3, шупва от HCl

Таблица 7. Аналитични данни – Профил 8

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
A^Iорн	0-27	7,0	3.31	0,0	43,28	99,75	15,2	33,35	Silty-Clay-Loam
A^{II}	27-60	7,0	2.79	0,0	37,22	99,68	16	38,4	Silty-Clay-Loam
A^{III}k	60-80	7,9	1.76	4,84	40,71	99,73	12,5	45,3	Silty-Clay
aBk	80-105	8,0	1.02	14,12	34,52	99,65	14	45,25	Silty-Clay
Ck	105-130	8,0	0.52	21,85	30,01	99,63	18	46,1	Clay

WRB 2014 name: Pellic Endoclacic **Vertisol** (Aric Humic)
Soil Taxonomy 1999: **Typic Calciusterts**

ПРОФИЛ 9

Местоположение:с. Ветрино, гр. Шумен, 210 м н.в.; N 43˚ 18.12.67’; E 027˚ 25’38,22 **Почвообразуващи скали:** карбонатни материали и глинясал льос. **Релеф:** Слабо нагънат, **Релеф на профила:** слаб наклон на юг- 2°.**Температурен Режим -**Мезик **; Воден режим** Устик **Земеползване:** угар. **Почвена класификация в полска обстановка:** ***Слабо излужен чернозем, средно мощен, тежко песъкливо глинест***

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ

	$A^I_{орн}$ 0- 29 см	(10YR 3/2), свеж, средно уплътнен, тежко песъкливо глинест, дребно зърнеста структура, активна биологична дейност, много ходове от почвената мезофауна, копролити, добре оформени биогенни агрегати, не шупва от HCl, преход постепен
	A^{II} 29–58 см	(10YR 3/3), свеж, средно уплътнен, тежко песъкливо глинест, троховидна структура, активна биологична дейност, много ходове от почвената мезофауна, копролити, добре оформени биогенни агрегати, не шупва от HCl, преход забележим

	AB_k 58–73 см	(10YR 3/4), свеж, средно уплътнен, леко глинест, троховидна структура, твърди карбонатни конкреции и мицели, карб. напрашаване по повърхността на агрегатите, шупва от HCl, преход забележим
	B_k 73–100см	(10 YR 3/6), свеж, слабо уплътнен, леко глинест, троховидна структура, карбонатни конкреции и мицели, карб. напрашаване, шупва от HCl, преход забележим
	C_k100–130см	(10 YR 4/6), свеж, слабо уплътнен, леко глинест, безструктурен, карбонатни конкреции и мицели, карб. напрашаване, шупва от HCl

Таблица 8. Аналитични данни – Профил 9

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
A^{I}орн	0-29	7,0	2.83	0,0	34,92	99,66	20,2	33,7	Clay-Loam
A^{II}	29-58	7,0	2.14	0,0	32,88	99,64	8,9	37,55	Silty-Clay-Loam
ABk	58-73	7,9	1.60	2,40	43,71	99,75	17,8	34,5	Silty-Clay-Loam
Bk	73-100	7,9	1.52	5,83	32,88	99,64	19,15	35,75	Silty-Clay-Loam
Ck	100-130	7,9	0.84	13,54	24,58	99,51	14,84	37,35	Silty-Clay-Loam

WRB 2014 name: Haplic **Chernozem (** Clayic Aric)
Soil Taxonomy 1999 name: **Typic Haplustolls (Typic Calciustolls)**

ПРОФИЛ 10

Местоположение: с. Голец, обл. Ловеч, 329 м н.в.; N 43˚ 02.880’; E 024˚ 36.108’ **Почвообразуващи скали:** карбонатни глини **Релеф:** Силно пресечен**Релеф на профила:** Юг-Югозапад. **Температурен Режим -** Мезик**; Воден режим –** Удик, **Земеползване:** ливада. **Почвена класификация в полска обстановка:** ***Светло сива горска почва (Псевдопозолиста), неерозирана средно песъкливо-глинеста***

МОРФОЛОГИЧНО ОПИСАНИЕ

	$A_{чим}$ 0- 10 см	(10YR 4/2), свеж, слабо уплътнен, леко глинест, дребно зърнеста структура, обилие от корени, ходове от червеи и ровещи животни, много копролити, парчета от тухли, камъчета, не шупва от HCl, преход забележим
	A_1l 10 – 25 см	(10YR 4/3), свеж, слабо уплътнен, средно песъкливо глинест, троховидна структура, корени от ливадна растителност, твърди манганови конкреции (сачми), не шупва от HCl, преход постепенен
	A_2l 25 – 40 см	(10YR 5/2), свеж, слабо уплътнен, тежко песъкливо глинест, средно троховидна структура, корени от ливадна растителност, твърди манганови конкреции (сачми), не шупва от HCl, преход ясен

	B_1t 40 – 65 см	(10 YR 5/3), влажен, уплътнен, тежко песъкливо глинест, буцеста структура с остри ръбове на агрегатите, камъчета 3 мм, твърди манганови конкреции (сачми), размити ръждиви железни петна, сиви глеевидни петна, не шупва от HCl, преход ясен
	B_2tg 65 – 90 см	(10 YR 5/4), влажен, плътен, леко глинест, буцесто призматична, обмитост на агрегатите, твърди манганови конкреции (сачми), размити ръждиви железни петна, сиви глеевидни петна, не шупва от HCl, преход постепенен
	B_3tg 90-115	(10 YR 5/6), влажен, плътен, леко глинест, буцесто призматична, твърди манганови конкреции (сачми), размити ръждиви железни петна, глеевидни петна, не шупва от HCl, преход рязък
	Ск 115-130	(10 YR 5/), влажен, плътен, леко глинест, буцеста структура, твърди карбонатни и манганови конкреции (сачми), шупва от HCl

Таблица 9. Аналитични данни – Профил 10

Хоризонт	Дълбочина cm	pH H2O	Хумус %	Карбонати %	$T_{8.2}$ CEC cmol/kg	Наситеност с бази %	Пясък % 2.0-0.5 mm	Глина % <0.002 mm	Механичен състав
Ачим	0-10	6,5	3.00	0,0	27,03	96,19	14,84	37.35	Silty-Clay-Loam
A1 l	10-25	6,5	1.69	0,0	21,63	99,40	46,8	24,8	Loam
A2 l	25-40	6,6	1.36	0,0	22,03	99,41	39,7	29,25	Clay-loam
B1 t	40-65	6,6	0.88	0,0	27,33	99,52	31,4	35,15	Clay-loam
B2tg	65-90	6,6	0.52	0,0	28,53	99,54	20,8	43,1	Clay
B3tg	90-115	6,7	0.52	0,0	29,13	99,55	21,4	45,7	Clay
Ск	115-130	7,6	0.40	5,83	32,12	99,94	21,9	48	Clay

WRB 2014 name: **Glayic Luvisol** (Clayic Novic)
Soil Taxonomy 1999: **Oxiaquc Hapludalfs**

Изследваните почвени профили от северна и южна България показват основните почвени различия които се срещат в наша страна. Профили 1, 2 и 3 са типични представители на планинските почви. Според световната реферативна база (WRB)2014 тези почви могат да се класифицират като Умбрисоли (Umbrisols). Профил 2 и 3 са типични представители на Умбрисолите, тъй като са тъмен с високо съдържание на хумус и степен на наситеност с бази под 50 %. Американската класификация (Soil Taxonomy,1999) определя тези почви към групата на Инсептосолите(Inceptosols), защото откриваме *Cambic* и *Umbric*, хоризонти.

Средно Излужена Канелена горска почва (Профил 4), притежава един повърхностен тъмен и наситен с бази *Mollic* хоризонт,което определя тази почва като Файеозем(Phaeozem, WRB2014) и Молисол (Mollisol; Soil Taxonomy 1999). Текстурната диференциация е около 1.1 (A_1l/B_1t-хоризонти) и не е достатъчна да се определи аржик хоризонт, поради високото съдържание на глина(50.2% / 55.8%).

Смолниците и Карасолуците (Профили 6 и 8), са разпространени съответно в Северна и Южна България, като по двете международни класификации тези почви са Вертисоли (Vertisols). Дори профил 8 от Сверена България притежава

типичните характеристики, за разлика от профил 6 който е скъсен с по-ниско количество на глината (32%).

В почвените профили 7 и 10 наблюдаваме добре изразена текстурна диференциация по дълбочина или ясно отличаващи се аржик (argic/argilic) хоризонти. Следователно тези почви биха могли да се класифицират като Алфисоли(Alfisols, Soil Taxonomy 1999). В профил 7, също така откриваме добре изразени окислително-редукциони процеси, образувани от временно повърхностно преовлажняване, като в дълбочина се образува характерния *псевдоглей*. Поради това този профил попада в групата на Стагносолите (Stagnosols, WRB2014).

В профил 10 не се наблюдават подобни процеси, следователно може да определим този профил като Лувисол(Luvisols,2014). Характерно за този профил е един плитък глинест повърхностен хоризонт, които вероятно се дължи на човешка намеса, поради което добавяме суфикс *Новик (Novic, WRB2014). П*рофил 9 е типичен представител на Черноземите, име което съвпада с това на международната класификация WRB2014 – Chernozems . В този профил намираме типичния молик хоризонт следователно този профил се определя като Mollisol (Soil Taxonomy, 1999).

Заключение

Изследваните почвени профили са представителни за Планинската зона, северна и южна България. Това са едни от най-срещаните почвени типове в нашата страна. Според международната класификация WRB, изследваните почви са Умбрисоли (Umbrisols) профили 1, 2 и 3; Файеоземи (Phaeozems) профил 4; Вертисоли (Vertisols) профили 6 и 8; Стагносоли (Stagnosols) профил 7; Черноземи(Chernozems) профил 9; Лувисоли (Luvisols) профил 10. Американската класификация Soil Taxonomy, определя тези почви като – Инсептосоли (Inseptosols) профили 1, 2 и 3; Молисоли (Mollisols) профили 4 и 9; Вертисоли (Vertisols) порфили 6 и 8; Алфисоли (Alfisols) 7 и 10.

Литература

Йолевски, М., А. Хаджиянакиев. 1976. Агрогупиране на почвите в България. 89.стр.

Теохаров М. 2011, Почвите и земята на България – Национално и вековно богатство, PSSE,ISBN 978-954-749-085-7, 228 стр.

Пенков, М., Ю. Димитрова, И. Христов, Й. Козарев. 1981. Ръководство по почвознание. Техника, София, 204 стр.

Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy, 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook.

Shishkov, T., Kolev, N. 2014, The Soils of Bulgaria, Springer, ISBN 978-94-007-7784-2, 208 p.

World Reference Base for Soil Resources. 2014. FAO, Rome. 106.

Благодарности. *Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията”, който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” и Европейския социален фонд.*

Тази статия се публикува с финансовата подкрепа на Договор ФНИ Е 02/97, на тема „Статистическо моделиране на риска за околната среда и човека от замърсяване на почви с тежки метали.

БОНИТИРОВКА НА ЗЕМЕДЕЛСКА ЗЕМЯ СЪС СИЛНО ИЗЛУЖЕНА ДО СЛАБО ОПОДЗОЛЕНА КАНЕЛЕНА ГОРСКА ПОЧВА, ГЛЕЕВИДНА ОТ РАЙОНА НА СЕЛО БАНЯ, ОБЛАСТ БУРГАС

Виктор Колчаков, Венета Кръстева, Веселин Панков
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

LAND EVALUATION OF AGRICULTURAL LAND WITH STRONG TO WEAK PODZOLIZED LEACHED (LESSIVE) CINNAMON FOREST SOILS FROM THE REGION OF VILAGE BANIA, PROVINCE OF BURGAS

Viktor Kolchakov, Veneta Krasteva, Veselin Pankov
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Studied are soil and agro-climatic conditions in the village of Banya, province of Burgas. Is performed Land Evaluation and defined category of agricultural lands occupied by moderate and strong to weak podzolized leached (lessive) cinnamon forest soils. Referred to is their agronomic suitability for cultivation of important crops.

Key words: soils, climate, land evaluation, land suitability

Увод

Канелените горски почви са зонални за Южна България и са най-обширният по заемана площ почвен тип в страната. Към низините и котловинните полета граничат със Смолниците, а към предпланините – с Псевдоподзолистите горски почви. Образувани са в условия на преходноконтинентален климат, върху различни почвообразуващи материали и под влияние главно на широколистни гори. В граничните райони със Смолниците се наблюдава влиянието на тревиста растителност. Излужените канелени горски почви се характеризират с добре изразен хумусно-акумулативен хоризонт, който преминава в глинест метаморфен хоризонт. Вътрепочвеното глинясване обхваща целия профил, но е по-добре изразено в метаморфния хоризонт, поради което и количеството на глината е по-голямо (Н. Гюров и др., 2015). До голяма степен това се дължи и на участието на монтморилонита в иловата фракция. По тип хумусът най-често е фулватно-хуматен, а по надолу хуматно-фулватен. Количеството на хумуса е значително намаляло при обработваемите почви до около 2-2,5%.

Силно излужените до слабо оподзолени канелени горски почви, притежават неблагоприятни физични свойства. Някои физико-химични и физико-механични параметри ги отличават от основния почвен тип. Един от тези показатели е високото съдържание на физична глина. Много често поради сезонното преовлажняване от атмосферни води освен по дълбочина на профила те са и повърхностно оглеени.

Основната цел на настоящата разработка е да се направи бонитетна оценка и се определи категорията на земеделските земи заети от Средно и Силно излужени до слабо оподзолени канелени горски почви, глеевидни в землището на с. Баня, обл. Бургас и да се определи агрономическата им пригодност, като се посочат най-подходящите за

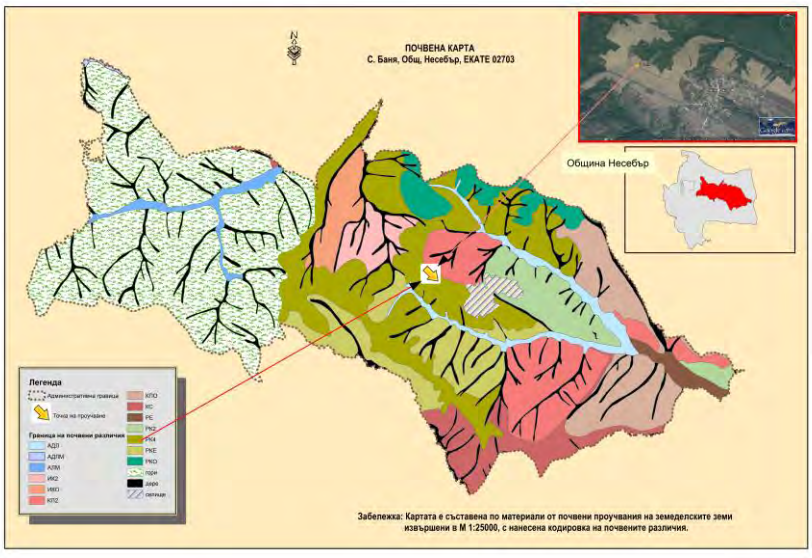
отглеждане земеделски култури върху тези почвени различия в разглежданата почвено - климатична област.

Материал и методи

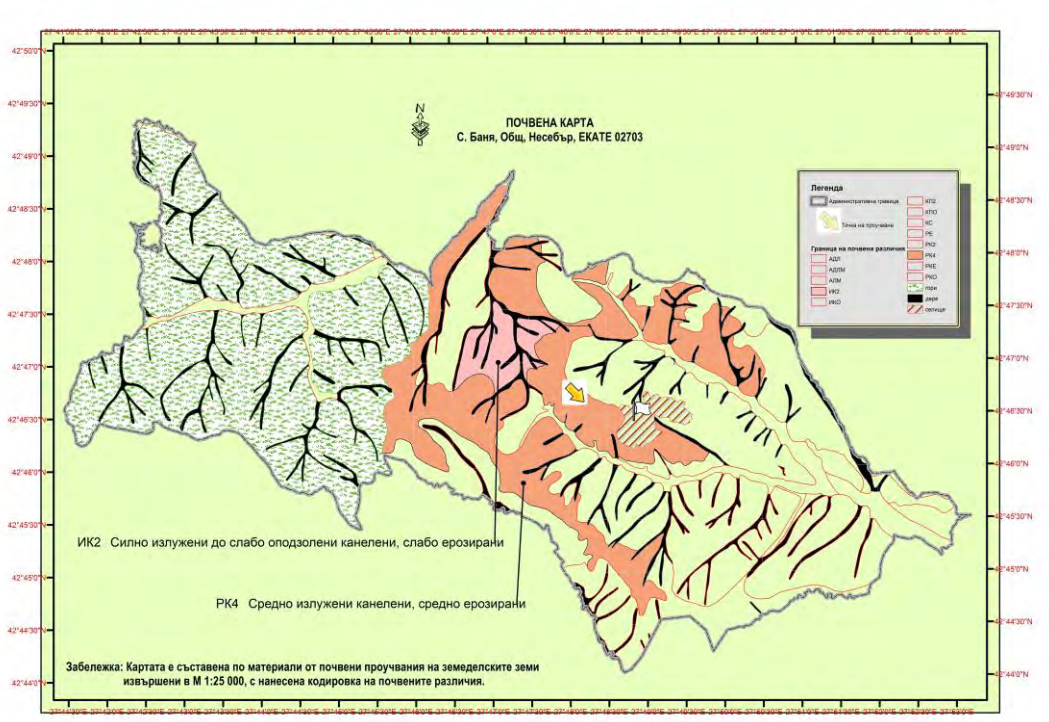
Землището на село Баня, (ЕКТТЕ 02703) се намира в Източната част на страната, Разположено в полите на Стара планина в близост до брега на Черно море (7 km), на 65 km северно от гр. Бургас и непосредствено южно разположено на юг от землището на гр. Обзор. Административно спада към община Несебър, обл. Бургас а географските координати на землището са съответно N 42.77664^0 географска ширина и E 27.81903^0 географска дължина, а надморската височина е 190 m. Общата площ на землището е 6575.92 ha. Основните почвени различия на територията на с. Баня са: Средно излужени канелени горски почви, средно ерозирани, Канелено-подзолисти горски почви, слабо ерозирани, глеевидни, Средно излужени канелени горски почви, плитки, средно ерозирани, Алувиално-делувиални почви, слабо мощни, Средно излужени ливадно-канелени почви (Фиг. 1.). Обект на бонитетната оценка са Силно излужени до слабо оподзолени канелени горски почви, глеевидни, профил № 7 от направените почвени теренни изследвания през 2014 година и почвено различие № 11 от картата на едромащабното почвено проучване на страната М 1:25000 (Почвена характеристика на ДЗС гр. Обзор, окр. Бургас от 1976 г., Фиг. 2.).

Необходимите за бонитетната оценка агрохимични парамертри са получени от агрохимичени анализи на почвени проби, направени в Централна лаборатория на ИПАЗР ”Н. Пушкаров” по утвърдени методики. Почвените проби са взети от профил направен през есента на 2014 година. Получените резултати са подложени на математическа обработка и е получен представителен средностатистически профил на ниско таксономично ниво носител на най-характерните почвени показатели.

Бонитетната оценка по култури е направена чрез „Методиката за работа по кадстъра на селскостопанските земи в България” (Е. Петров и кол., 1988г.). Ползваните климатични данн са от официални публикации на НИМХ – БАН, за дългогодишни периоди време (Е. Колева, Р. Пенева, 1990, М. Кючукова и др., 1979, 1983г.).



Фиг. 1. Почвена карта на Землище Баня М 1:25000 (Дигитална обработка Н. Митева)



Фиг. 2. Разположение на обектите на изследване върху картата от едромащабното почвено проучване на страната М 1:25000 (Дигитална обработка Н. Митева)

Резултати и обсъждане

Почви

Материалите върху които са образувани изследваните почви са предимно изветрителни продукти на горноеоценски седиментни скали, представени от едрозърнести пясъчници, песъкливи варовици и безкарбонатни глини.

Аналитични данни за физичните и химични почвени характеристики са дадени на Таблица 1. и Таблица 2.

Характерна е ясно изразената морфологична диференцация на профила, като текстурния коефициент е около 1.2.

Имат разсветлен хумусно елувиален хоризонт и мощно развит глинест илувиален. Хумусният е с мощност 25–40 cm, има канелен цвят и слабо уплътнен строеж. Илувиалният хоризонт е мощен (до 70–80 cm), глинест, уплътнен, червеникаво-кафяв.

Тези почви се отличават с тежък механичен състав в повърхностния хоризонт и леко глинест в подорния хоризонт. Количеството на физична глина (частици <0.01mm) в изследвания почвен профил е 54,9% на дълбочина до 26 см. и над 60 % в подорния и прилежащите под него хоризонти.

Физичните свойства на тези почви са определени, като неблагоприятни за земеделие, поради тежкия механичен състав обуславящ слаба водопропускливост и преовлажняване. При влажни периоди набъбват, а при изсъхване се спичат и в това състояние при обработка се къртят на твърди буци. Естественото им плодородие е слабо, но могат да се получават задоволителни добиви при добра агротехника.

Мощността на почвения профил достига до 130 cm, а мощността на хумусния хоризонт – 40 cm.

Таблица 1. Механичен и микроагрегатен състав на ситнозема на почвен Профил 7.(по Н. Качински, 1958г.)

Проба №	Хоризонт и дълбочина (cm)		Хигроскопична влага (%)	Σ > 1.00 mm (%)	1.00 – 0.25 mm (%)	0.25 – 0.05 mm (%)	0.05 – 0.01 mm (%)	0.01 – 0.005 mm (%)	0.005 – 0.001 mm (%)	< 0.001 mm (%)	Σ < 0 = 01 mm (%)
2151	A_1l орн	0 - 26	4.30	0.0	3.8	18.1	23.2	16.6	5.1	33.2	54.9
2152	A_2l	26 - 40	4.74	0.0	2.6	19.7	17.4	20.9	4.9	34.5	60.3
2153	B_1tg	40 - 62	6.84	0.0	2.9	19.4	13.3	20.6	1.7	42.1	64.4
2154	B_2tg	62 - 82	5.56	0.0	3.0	16.7	21.4	19.5	4.2	35.2	58.9
2155	B_3tGf	82 - 108	5.69	0.0	4.1	20.6	18.7	18.5	4.6	33.5	56.6
2156	CGf	108 - 130	6.43	0.0	9.0	10.4	18.5	22.9	8.5	30.7	62.1

Таблица 2. Стойности на химичните почвени характеристики на Профил 7

Проба №	Хоризонт и дълбочина (cm)		pH H_2O	pH KCl	Σ N-NH_4+NO_3 (mg/kg)	P_2O_5 (mg/100g)	K_2O (mg/100g)	Хумус (%)	Карбонати (%)
2151	A_1lорн	0 - 26	4.9	5.1	21.9	0.9	35.5	2.40	0.0
2152	A_2l	26 - 40	4.9	4.1	22.5	0.2	28.4	2.10	0.0
2153	B_1tg	40 - 62	4.0	3.3	15.6	0.2	23.4	1.33	0.0
2154	B_2tg	62 - 82	4.0	3.2	13.8	0.2	27.5	1.14	0.0
2155	B_3tGf	82 - 108	4.0	3.3	16.7	0.2	19.1	1.50	0.0
2156	CGf	108 - 130	4.0	3.2	16.1	0.2	21.9	1.52	0.0

По отношение на почвената реакция се определят като кисели - pH в KCl в орния хоризонт е 5.1, а в подорния е силно кисела с pH в KCl- 4.1, което в дълбочина на профила достига стойности 3.2. Съдържанието на органично вещество (хумус) ги определя като слабо хумусни (Е. Филчева, 2004г.). Количеството на хумуса в орницата достига 2.4 % и намалява до стойности 2.1 – 1.5% в дълбочина. Карбонати не са установени на дълбочина до 130 cm. Нивото на подпочвени води е под 6 m.

Климат

Според географското си разположение обектът на изследване попада в Континентално средиземноморската климатична област на страната, Черноморската климатична подобласт и по-точно в Климатичния район на Бургаската низина.

Този район се отличава с още по-мека и по-малоснежна зима отколкото в Северното черноморие. Лятото е малко по-топло и по-сухо, но е също така с добре изразена бризова циркулация, поради която максималните температури през юли и август рядко надвишават 28-30 ^{0}C.

Вътрешно годишното разпределение на валежите е с характерния за средиземноморския климат летен минимум и есенно-зимен максимум. Особено чувствително е засушаването през втората половина на лятото - например през август падат средно само по 18-20 литра на квадратен метър.

На Таблица 3. и Таблица 4. са показани средни данни от дългопериодични наблюдения на някои основни климатични и агроклиматични характеристики.

Таблица 3. Средни месечни и средни годишни стойности на количествата валежи (р), относителната влажност (а) и температурата (t) на въздуха измерени в метеорологичната станция на гр. Обзор

Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
p (mm)	60	56	39	45	53	50	33	30	36	53	80	58	593
a (%)	82	80	79	78	79	76	72	70	75	79	83	83	78
t ^{0}C	1.7	3.1	5.6	10.3	15.9	20.1	22.6	22.4	19.2	14.4	9.4	4.6	12.4

Таблица 4. Брой на дните с устойчиво задържане на средните денонощни температури на въздуха над 0, 5, 10, 15 ^{0}C и температурните суми за тези периоди в метеорологична станция Обзор

Температурна граница	> 0 ^{0}C	> 5 ^{0}C	> 10 ^{0}C	> 15 ^{0}C
Брой дни	365	278	211	153
Температурна сума (^{0}C)	4525	4260	3795	3075

Бонитировка и категоризация на земеделската земя

За извършване на относителната оценка (бонитировката) на земеделската земя ползвахме специализиран софтуер (Б. Георгиев, 2014г.), наличен в ИПАЗР „Н. Пушкаров“ (Таблица 5). В оценката участваха с изискванията си 16 земеделски култури, предвидени в цитираната методика за определяне на средния агрономически бал. Той, както се вижда в таблицата е 69.86 бала така, че по националната бонитетна класификация тази земя попада в четвърта бонитетна категория (в групата „добри земи“ – със среден агрономически бал от 60 до 80.

Таблица 5. Експертиза за установяване категория на земеделска земя със силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва в Землище Баня, община Несебър, Бургаска област

ЕКСПЕРТИЗА ЗА УСТАНОВЯВАНЕ БОНИТЕТНА КАТЕГОРИЯ НА ЗЕМЕДЕЛСКА ЗЕМЯ | **ИПАЗР "Н. ПУШКАРОВ" - СОФИЯ**

Землище, ЕКТТЕ, Община: *с. Баня, ЕКТТЕ 02703, община Несебър*

Дата на експертизата: Април 2015 год.

Извършил експертизата:

Гл. Асистент д-р В. Колчаков

Почвено различие: *Силно излужена до слабо оподзолена канелена горска почва*

ДАННИ ЗА ОЦЕНКА	Физична глина в орницата (%)	Физична глина в подорницата (%)	Мощност на хум. хоризонт (cm)	Мощност на почв. профил (cm)	Текстурен коефициент	Почвена реакция (pH във вода)	Хумусно съдържание (%)	Ниво на подпочв. води (cm)	ПБ - почвен бал	Степен на ерозия	Степен на акумулация	Степен на каменистост	Степен на заблатеност	Степен на засоленост	Климатичен кор. коефициент	ПБЧ - полско бонитетно число	Слоистост на профила	Чакълестост на профила	Агропочвена група	Тв.скала < 30 cm	Тв.скала < 50 cm
	55	60	40	130	1.2	4.9	2.4	700	↓	0.0	0.0	0	0	0	↓	↓	0	0	8	0	0

Култури	Бални оценки									Корекционни коефициенти						ПБЧ	Базови оценки	
Пшеница	100	не	80	не	100	50	95	не	85	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	85	255	Зърнени
Царевица (ср. к.)	100	не	80	не	100	40	95	не	83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	75	75	
Слънчоглед	100	не	90	не	100	50	95	не	87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	65		Технически
Захарно цвекло	100	не	80	не	100	40	90	не	82	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	71	71	
Ориент. тютюн	60	не	60	не	не	100	80	не	50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	40		
Едрол. тютюн	100	не	90	не	100	40	90	не	84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	63	63	
Картофи (к.)	120	не	100	не	90	180	80	не	81	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	16	16	
Лозя (ср. р.)	не	160	90	не	95	10	90	не	74	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	74	74	Трайни
Ябълки	не	100	100	не	200	80	не	не	96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	77		
Круши	не	100	100	не	180	80	не	не	92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	74	77	
Сливи	не	100	90	не	180	90	не	не	92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	78		
Праскови	не	80	не	не	100	50	не	не	77	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	69		
Череши	не	180	не	не	90	10	не	не	70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	67	78	
Люцерна	не	100	90	не	100	25	90	не	81	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	65		Фуражни
Лив. и пасища	100	не	100	не	70	90	100	не	92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.70	64	65	
Домати (ср. р.)	100	не	100	не	100	10	90	не	80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	64	64	Зеленчукови

Експертизата е извършена по приетата от МЗХ:
"Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в РБ", 1988 г.

Софтуер: проф. дсн Б. Георгиев.

Среден (агрономически) бал (САБ) = **69.86**

Категория на земеделската земя: **4-та (четвърта)**

Заключение

Средно и Силно излужените до слабо оподзолени канелени горски почви, глеевидни от Югоизточна България и по-конкретно в землището на с. Баня, според полските си бонитетни числа (ПБЧ) са със следната бонитетна градация за отглеждане на основни земеделски култури:

Култура:	ПБЧ	Култура:	ПБЧ
Пшеница	85	Череши	67
Сливи	78	Слънчоглед	65
Ябълки	77	Люцерна	65
Царевица	75	Ливади и пасища	64
Лозя	74	Домати	64
Круши	74	Едролистен тютюн	63
Захарно цвекло	71	Ориенталски тютюн	40
Праскови	69	Картофи	16

Литература

Георгиев Б. Софтуер за бонитировка и категоризация на земеделските земи. Фонд на ИПАЗР, София.

Гюров, Г., Н. Артинова. 2015. Почвознание. Пловдив. Интелексперт-94.

Качински, Н. А. 1958. Механический и микроагрегантный состав почвы, методы его изучения. М.: Изд. АН.

Колева, Е., Пенева, Р. 1990. Климатичен справочник. Валежи в България. Българска академия на науките, Институт по метеорология и хидрология. Издателство на Българската академия на науките. С.

Кючукова, М. и др. 1979. Климатичен справочник за НР България. Том II. Влажност на въздуха, мъгла, хоризонтална видимост, облачност и снежна покривка. Главно управление хидрология и метеорология, Институт по метеорология и хидрология. Държавно издателство “Наука и изкуство”. С.

Кючукова, М. и др. 1983. Климатичен справочник за НР България. Том III. Температура на въздуха, температура на почвата, слана. Главно управление хидрология и метеорология, Институт по метеорология и хидрология. Държавно издателство “Наука и изкуство”. С.

Петров Е., Ив. Кабакчиев, П. Божинова, А. Стоева, Я. Георгиева, Е. Хершкович, Д. Дилков, 1988. Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ. Стр. 144. Асоциация НАПС, София.

Почвена характеристика на ДЗС гр. Обзор, окр. Бургас от 1976 г. Почвена картотека на ИП "Н. Пушкаров".

Филчева, Ек., 2004. Сравнителна характеристика на почвите в България по съдържание, състав и запаси на органично вещество. Хабилитационен труд за присъждане на научното звание ст.н.с. I ст., София.

Software ArcGIS Desktop 10.3. *Data Sours* Vector Map Local ИПАЗР „Н. Пушкаров” гр. София.

Благодарности. *Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията”, който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” и Европейския социален фонд.*

ДИАГНОСТИКА НА ВОДЕЩИ ПОЧВЕНИ ПРОЦЕСИ ПРИ ВЕРТИСОЛИ ПО МОРФОЛОГИЧНИ ПРИЗНАЦИ

Иванка Любенова*, Росица Илиева**
**ИПАЗР „Н. Пушкаров", София, **Лесотехнически университет, София*
E-mail: ivlyubenova@gmail.com

DIAGNOSIS OF LEADING SOIL PROCESSES IN VERTISOLS BY MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS

Ivanka Lyubenova*, Rositca Ilieva**
** N. Poushkarov ISSAP, Sofia, **University of Forestry, Sofia*

Abstract

On the basis of morphological study of macro- and meso level of two representative soil profiles of Vertisols, included in field expeditions carried out under Project BG051PO001-3.3.06.0042 are determined the main processes that form these soils. The main morphological indicators are observed for the process of humus formation and humus accumulation, internal clay formation in the soil (sialitization), formation of montmorillonite, leaching, swelling and contraction. The results are supported by data for the soil texture, the state of the humus, the carbonate content and the sorption capacity of different soils.

Key words: morphology, diagnostics, soil processes, Vertisols

Увод

По своята същност почвобразувателните процеси включват взаимно свързани процеси на образуване, разрушаване и преместване на минерални, органични и органо-минерални съединения. В този смисъл морфологията на всеки почвен профил е отражение на същността, характера, интензивността и мястото на протичането на формиралите го почвообразуващи процеси. Правилното разчитане на морфологичните признаци за диагностика на почвените процеси е важно условие за изясняване на генезиса на всяка почвена единица.

Целта на настоящата работа е по морфологични признаци да се диагностицират водещите почвени процеси, формирали почвените профили на Излужена смолница от Карнобат и Типичен Карасулук от Приморци.

Материал и методи

Настоящото проучване е извършено по време на проведена почвена експедиция по проект BG051PO001-3.3.06.0042 "Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията", финансиран от „Оперативна програма за развитие на човешките ресурси". Почвените проби са взети съгласно утвърдена „Методика за вземане на почвени проби", а анализите са извършени в лабораториите на ИПАЗР „Никола Пушкаров" по утвърдени стандарти.

Средно излужена смолница, средно мощна, леко глинеста (сн. 1)



Профилът е заложен на слабо изразен северен склон в землището на Института по Земеделие – Карнобат, с координати - N 42˚40.810’; E 026˚18.789’; релефът е равнинен, надморската височина - 178 м.; почвообразуваща скала - андезит, растителност – стърнище; ниво на подпочвените води - дълбоко. Процеси на ерозия не се наблюдават (ерозия 0).

Сн. 1. Средно излужена Смолница, средно мощна

Типичен Карасулук, мощен, тежко песъкливо-глинест (сн. 2)



Профилът е с координати - N 43˚ 32.676’; E 027˚ 55.514’ и е заложен на северен склон със слабо изразен наклон от 3-4˚, на 10 м западно от пътя между селата Приморци и Полковник Свещарово, Добричко; надморска височина - 243 м; релеф - хълмисто-платовиден, почвообразуващи материали - карбонатни глини. Тип земеползване – угар, степен на ерозия - 0.

Сн. 2. Типичен Карасулук, мощен, тежко песъкливо-глинест

Резултати и обсъждане

Морфологичните характеристики на изследваните почви са представени в таблици 1 и 2.

Направеното описание обособява главните морфологични характеристики, диагностициращи водещите процеси, формирали генетичния профил на изследваните почви.

Таблица 1. Морфологично описание на Средно излужена смолница, средно мощна, леко глинеста

$A^{I}_{орн}$ 0- 28 см	Цвят много тъмносиво-кафяв (10YR 3/2), свеж, уплътнен, леко глинест, дребнозърнеста структура, разпрашена от обработката, сликенсайд, корени от житни растения, активна биологична дейност, не шупва от HCl, преход постепен
A^{II} 28 – 52 см	Цвят много тъмносиво-кафяв (10YR 3/2), свеж, средно уплътнен, леко глинест, буцеста структура, сликенсайд, твърди манганови конкреци, не шупва от HCl, преход забележим
$A^{III}BCf$ 52 – 72 см	Цвят тъмнокафяв (10YR 3/3) с жълтеникаво кафяви петна (10YR 4/4), свеж, плътен, леко глинест, буцеста структура, вклиняващи се джобове, глинообразуване на място, не шупва от HCl, преход постепен
CDF 70 – 87 см	Цвят жълтеникаво-кафяв (10YR 5/4), свеж, плътен, тежко песъкливо-глинест, безструктурен, не шупва от HCl

Таблица 2. Морфологично описание на Типичен Карасулук, мощен, тежко песъкливо-глинест

$A'_{орн}$ 0- 27 см	Цвят черен (10YR 2/1), свеж, средно уплътнен, тежко песъкливо-глинест, буцесто-призматична структура, коренчета и остатъци от стърнище, финни корени, копролити, червейчета, не шупва от HCl, преход постепен
A” 27 – 60 см	Цвят черен (10YR 2/1), свеж, уплътнен, леко глинест, буцесто-призматична структура, сликенсайд, финни корени, копролити, червейчета, не шупва от HCl, преход постепен
A'''_k 60 – 80 см	Цвят много тъмно сивокафяв (10YR 3/2), влажен, уплътнен, леко глинест, буцесто-призматична структура, сликенсайд, финни корени, копролити, червейчета, джобове от по-тъмен почвен материал, шупва от HCl, преход постепен
aB_k 80 – 105 см	Цвят тъмно кафяв (10 YR 3/3), влажен, уплътнен, леко глинест, буцеста структура, обмитост на агрегатите, финни корени, копролити, джобове от по-тъмен почвен материал, шупва от HCl, преход постепен
C_k 105 – 130 см	Цвят тъмно жълтеникаво кафяв (10 YR 4/4), влажен, средно уплътнен, леко глинест, безструктурен, различни по форма и големина карбонатни конкреции, белоочки, карбонатни куклички, петна и налепи с бял и много светлокафяв цвят - 10 YR8/1 и 10YR7/3, шупва от HCl

Цвят – от черен до много тъмносиво кафяв в хумусно-акумулативните хоризонти на двете почви (10YR 2/1 - 10YR 3/2). Този цвят е присъщ за хоризонти тип молик.

Мощност на хумусния хоризонт – хумусно-акумулативния хоризонт на Смолницата е средно мощен а на Карасулука – мощен

Дейност на почвената флора и фауна – и двата почвени профила се характеризират с морфологични признаци за активна биологична дейност – растителни корени с различни размери и степен на трансформация, наличие на почвени червеи, ровеща почвена мезофауна, както и остатъци от жизнената им дейност – най-добре забележими и описани като копролити. При Карасулука морфологични признаци за активна биологична дейност се откриват на дълбочина до 105 см в почвения профил.

Тези морфологични показатели са диагностични за активни *биогенно-акумулативни* процеси на хумусообразуване и хумусонатрупване. Известно е, че

хумусообразуването при Смолниците е протичало в благоприятни условия - богати на монтморилонит карбонатни почвообразуващи материали, недостатъчен повърхностен воден отток, хидрофилна ливадна и ливадно-блатна растителност. В резултат на това се е формирал мощен тъмнооцветен хумусен хоризонт. В последвалите по-сухи условия, вследствие на минерализацията на по-лабилните хумусни вещества, процесите на хумусообразуване се забавят (Филчева, 2007).

Генезисът на Карасулуците от Североизточна България също е свързан с хидроморфен стадий на развитие (Фотакиева, 1972). Диагностични морфологични признаци за това са тъмният и мощен хумусен хоризонт, и високото съдържание на органично вещество. В последствие Карасулуците са продължили да се развиват при благоприятните за хумусонатрупването условия, в зоната на Черноземите, което е и причината за по-високото хумусно съдържание в сравнение със Смолниците.

Морфологичен показател за протичането на активни хумусообразувателни процеси е и мощността на тъмнооцветения хумусно-акумулативен хоризонт. И при двете почви процесът на хумусонатрупване е добре проявен. При Карасулука хумусно-акумулативният хоризонт е с по-голяма мощност – 80 см и с по-високо хумусно съдържание – 3,31 %, в сравнение със Смолницата, където хумусният хоризонт е 52 см, а съдържанието на хумус - 3,12 %.

Плътност и структура – морфологията на Смолницата и Карасулука се характеризират висока плътност и с буцеста и буцесто-призматична структура. Някои от страничните повърхности на почвените агегати при Карасулука са покрити с фини блестящи глинести ципи, определени на терена като „силно полирани, „обмити цепителни повърхности на структурните агрегати". При Смолницата са наблюдавни и

т.н. „джобове" – разместване и вклиняване на материали от по-дълбоките хоризонти към повърхността. Всички тези морфологични показатели, са характерни за следните процеси, свързани с превръщане и акумулиране на минерални съединения:

Вътрепочвеното глинясване (сиалитизация) е процес, под влияние на който в почвеният профил става образуване на глина на място (in situ), поради продължаващото сиалитно изветряне на първичните силикатни минерали. Протича най-интензивно в условия на умерен климат и при материали, богати на неизветрели силикатни минерали. В резултат на образуването на нови глинести минерали мястото в почвата допълнително се обогатява с глина, предимно от групите на илита, вермикулита и монтморилонита.

Освен тежкия механичен състав по цялата дълбочина, доказателство за вътрепочвено глинясване е и наличието на т.н.папюли – силно изветрели първични минерали, както и на глина «prisone» („затворена") в основната маса. Микроморфологични изследвания на Карасулуци от същия район (Любенова, 2009) и на Смолници (Любенова и Илиева, 2011) показват присъствието на папюли и глина «prisone» в основната маса, индикатори за протичащи процеси на глинясване „in situ". Тези наши заключения се потвърждават от данните за глинестия механичния състав по целия профил на изследваните почвени различия, т.е. процесите на вътрепочвено глинясване протичат с висока интензивност както при Смолницата, така и при Карасулука, докато процесът на монтморилонитизация, морфологически дефиниран като «сликенсайд» е по-добре проявен при тежките почви от Северна България.

Процесът на слитогенез е особен случай на сиалитизация, при който в резултат на образуването на място на глина главно от монтморилонитов тип, отделните хоризонти и почвата като цяло придобива уплътнен, слят строеж (Быстрицкая и Тюрюканов, 1971; Егоров, 1972; Йолевски и др., 1977). Теренното изследване на плътността доказва, че почвите са уплътнени до силно уплътнени по целия профил. Причината за това е хидроморфен стадий в развитието както на Смолниците, така и при Карасулуците, при което се образуват и натрупват голямо количество монтморилонитови вторични минерали (Dudal, 1965). При това част от натрупания хумус се свързва с монтморилонитовите минерали, образувайки устойчиви комплекси, които придават тъмния цвят на почвата. Освен тъмното оцветяване, съдържанието на голямо количество монтморилонитова глина обуславя проявяването и на редица други свойства - тежък механичен състав, ниска филтрация, силно набъбване, свиване, напукване и разпадане на големи буци (агрегати), наличие на хумусни или железно-хумусни ципи, образуващи гланцирани повърхности на структурните агрегати, висок сорбционен капацитет. Всички тези морфологични признаци са наблюдавани и описани при Излужената смолница и Типичния карасулук.

Тежкият механичен състав на изследваните почви беше демонстриран както органолептично, на терена, така и лабораторно. Резултатите показват, че Излужената смолница се отличава с тежко песъкливо-глинест механичен състав по цялата си дълбочина – от 56,6 % физична глина в орницата до 46,4 % в $A^{III}BCf$ хоризонта. При Типичния карасулук съдържанието на физична глина в орницата е 53,9 %, а в дълбочина се увеличава като в aBk хоризонта достига до 72 % - леко глинест по целия профил. По-лекия механичен състав на Излужената смолница в конкретния случай вероятно се дължи на провинциалните особености на този почвен тип в Бургаския регион.

При Карасулука морфологически на терена бяха наблюдавани дълбоки пукнатини и разпадане на почвената маса на големи буци. При Смолницата в преходния хоризонт бяха диагностицирани и т.н. „джобове" – разместване и вклиняване на материали от по-дълбоките хоризонти към повърхността. Тези морфологични признаци още веднъж потвърждават тежкия механичен състав и присъствието на голямо количество монтморилонитови глини. Те са явно доказателство за *активни процеси на набъбване и свиване*.

Лабораторните данни на взетите почвени проби показват, че двата изследвани профила се отличават с голям сорбционен капацитет – от 36,22 до 41,10 mequ/100 g при Смолницата (профил 6) и от 34,52 до 43,28 mequ/100 g при Карасулука (профил 8), което се дължи на видът на глинестите минерали и хумусното състояние на тези почви.

Новообразувания

Морфологичното наблюдение на различни карбонатни образувания диагностицира протичането на процес на

Излужване, при който под влияние на низходящия воден ток става разтваряне и изнасяне от повърхностните почвени хоризонти на лесно разтворими соли (хлориди, сулфати), карбонати и на част от базите и акумулирането им в дълбочина. За степента на излуженост се съди по дълбочината, на която са изнесени карбонатите.

Морфологически процесът на излужване беше диагностициран както при

Смолницата, така и при Карасулука. Тъй като дълбочината на отмиване на карбонатните новообразувания е важен класификационен признак, почвите бяха определени като Средно излужена смолница и Типичен карасулук.

Мангановите конкреции, които бяха наблюдавани в профила на Смолницата са реликтов морфологичен признак за *протичал хидроморфен процес на почвообразуване*. Този морфологичен индикатор още веднъж потвърждава теорията, че образуването на Смолниците е преминало през хидроморфен стадий на развитие.

Заключение

Морфологичните характеристики на двата представителни профила от Излужена Смолница и Типичен Карасулук ни дават основание да диагностицираме следните почвени процеси, участвали при формирането на изследваните почви:

Активни биогенно-акумулативни процеси на хумусообразуване и хумусонатрупване. Морфологични индикатори за протичането им са тъмния цвят на хумусно-акумулативния хоризонт, високата биологична активност на почвената макро- и мезофауна, обилието от растителни остатъци, мощността на хумусния хоризонт. Тези морфорлогични признаци са по-добре проявени в профила на Типичния карасулук.

Процеси на превръщане и акумулиране на минералните съединения: вътрепочвено глинясване, слетизация (монтморилонитизация), набъбване и свиване. Процесите са ясно изразени чрез тежкия механичен състав, плътността, блестящи ципи по страничните повърхности на агрегатите «сликенсайд», буцестата и буцесто-призматичната сруктура на агрегатите. И при двата изследвани профила тези процеси са добре изразени и ясно дефинирани.

Процес на излужване, по-интензивен при Излужената смолница, в почвения профил на която не се откриват карбонатни новообразувания

Реликтов процес на хидроморфизъм – ясно проявен чрез наличието на манганови и железо-манганови новообразувания на дълбочина под 28 см в почвения профил на изследваната Излужена смолница.

Литература

Быстрицкая, Т. Л., А. Н. Тюрюканов. 1971. Черные слитые почви Евразии Наука, М.

Егоров, В.В. 1970. Слитые почвы на территории СССР (тип смолниц). I ви национален конгрес по почвознание, София, 395-398.

Йолевски, М., Иг. Степанов, Ив. Кабакчиев, В. И. Топтигина. 1977. Сравнителна характеристика между свойствата на някои черноземи от Северен Кавказ (СССР) и българските чернозем – смолници. Сп."Почвознание и агрохимия" год. XII, № 4, 3-11.

Любенова, И. 2009. Генетико-диагностична характеристика на Тежки черноземи. Дисертация за даване на образователната и научна степен "доктор", 166 стр.

Любенова И., Илиева, Р. 2011. Сравнителна характеристика на главни диагностични показатели на тежки почви от България. Сборник научни доклади от международна конференция „100 години почвена наука в България”, 16-20 Май, София, част I, 166-170.

Филчева, Ек. 2007. Характеристика на почвите в България по съдържание, състав и запаси на органично вещество. Групиране на почвите в България, София, 191 стр.

Фотакиева, Ем. 1972. Развитие на почвената покривка на България през кватернера. I ви национален конгрес по почвознание, София, 367-370

Dudal, R. 1965. Dark clay soils of tropical and subtropical regions - FAO of the Unnited Nations, Rome, 1965.

Благодарности. *Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията”, който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” и Европейския социален фонд.*

ОЦЕНКИ ЗА ПОДАТЛИВОСТТА КЪМ ЕРОЗИРАНЕ НА ОСНОВНИТЕ ПОЧВЕНИ ТИПОВЕ В БЪЛГАРИЯ

Милена Митова, Диляна Илиева, Августа Степчич
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София

SOIL ERODIBILITY ASSESSMENTS FOR THE MAIN SOIL TYPES IN BULGARIA

Milena Mitova, Diliana Ilieva, Avgusta Stepchich
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

Soil erodibility characterizes the soil factor (K-factor) in the Universal Soil Loss Equation, one of the most widely used models for soil erosion prediction. The aim of the report is to determine K-factor for the main soil types in Bulgaria through data from soil profiles characterizing them. The K-factor values are calculated using data of soil particle-size distribution, organic matter content and morphology of the studied soil profiles following the methodology of the soil erodibility nomograph, adapted for Bulgaria. Assessed soil erodibility values are compared with the respective soil erodibility values and class from the map of erodibility of Bulgarian soils at a scale 1: 400 000.

Key words: soil erodibility, nomograph, cross scale comparisons, Bulgaria

Увод

Ерозията на почвата е един от най-сериозните глобални проблеми на природната среда. Процесът е свързан със загуба на почва, което оказва съществено влияние върху нейните екологични и икономически функции. Заедно с климата и топографията, почвата е един от основните фактори, които контролират проявата и интензитета на водната ерозия. В един от най-широко използваните модели за прогнозиране на ерозионния риск чрез средногодишните почвени загуби от ерозия – Универсалното уравнение за почвени загуби (USLE), влиянието на почвения фактор се характеризира с индекса за податливостта на почвата към ерозиране (К-фактор). Оценката му се основава на минералния, химичния, механичния и агрегатния състав на почвата, устойчивостта на почвената структура, съдържанието на органично вещество и водопроводимостта на повения профил. Един от широко използваните модели за оценка на К-фактор е номограмата на Wischmeier и др, (1971), валидирана и адаптирана за условията в България (Русева 2002). Въз основа на рутинната почвена информация от едромащабните почвени проучвания е разработена карта на податливостта към ерозиране на почвите в България в М 1: 400 000 (Русева, 2002; Rousseva & Stefanova, 2005; Rousseva & Stefanova, 2006).

Целта на доклада е да се направят оценки за индекса за податливост на почвите към ерозиране чрез данни от анализи на почвени проби от почвени профили, характеризиращи основните почвени типове, разпространени на територията на България и получените оценки да се сравнят със съответните стойности от картата за податливост на почвата към ерозиране в България (Rousseva & Stefanova, 2005).

Материал и методи

За изследването са избрани 9 почвени профила, характеризиращи основните типове почва, разпространени на територията на страната (Табл. 1). Шест от изследваните профили (№ 1, 2, 3, 4 , 6 и 7) се намират в Южна България, а останалите три (№ 8, 9 и 10) - в Северна България. Събраните почвени проби от генетичните хоризонти са анализирани за определяне на химичните и физичните им характеристики. Въз основа на данните за механичния състав (процентно участие на частици, по-малки от 0.002 mm и от 0.1 до 0.002 mm), съдържанието на органично вещество и агрегираността на почвите в повърхностния им слой и хидравличната проводимост на профила е извършена оценка за податливостта на почвите към ерозиране чрез стойностите на K-фактор, изчислени чрез номограмата на Wischmeier и др. (1971) по формулата:

$$K= 2.77\ 10^{-7}\ M^{1.14}\ (12 - a) + 0{,}0043(b - 2) + 0{,}0033\ (4 - c)\ , \qquad (1)$$

където: M=[% (0.1 – 0.002)] x [100 – % (<0.002)]; a – процентното съдържание на органично вещество; b – кодът на агрегираност на повърхностния почвен слой; c – класът на хидравлична проводимост на почвения профил.

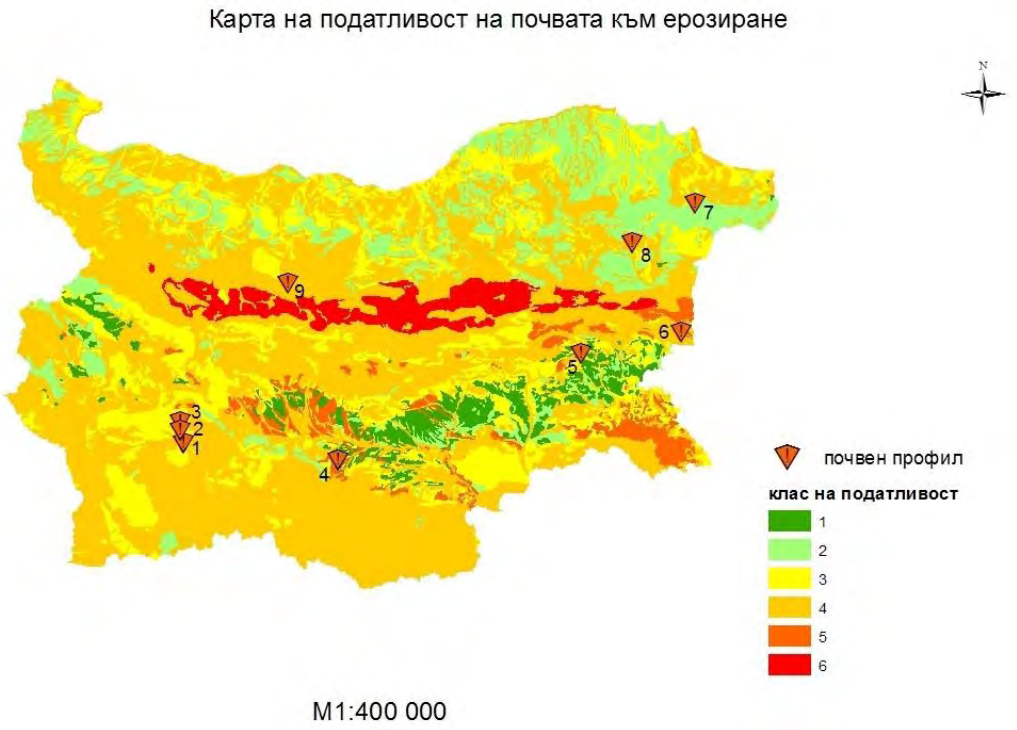
Таблица 1. Местоположение на изследваните почвени профили

№ на почвен профил	Местоположение	Почвен тип
1	местност Юндола	Кафява горска почва
2	Юндола - Белмекен	Планинско-горска почва
3	яз. Белмекен	Планинско-ливадна почва
4	с. Патриарх Евтимово	Канелена горска почва
5	гр. Карнобат	Средно излужена смолница
6	с. Баня	Канелено-подзолиста горска почва
7	с. Полковник Свещарево	Типичен чернозем, карасулук
8	с. Ветрино	Слабо излужен чернозем
9	с. Голец	Светлосива горска почва

Процентното участие на частици с размер, по-малък от 0.002 mm и от 0.1 до 0.002 mm, които не са налични във възприетата у нас класификация на Качинский (1958), е определено от наличните фракции механични елементи при предположение за линейност на отделните сегменти на разпределението на почвените частици по размери в полулогаритмичен мащаб. Кодът за агрегираност (b) е определен въз основа на информацията за структурата на повърхностния почвен слой в морфологичното описание на повения профил (Русева, 2002). Класът на хидравлична проводимост (c) е определен въз основа на данни за текстурната диференциация и текстурния клас на

почвения профил, определен като средно-претеглен от механичния състав на почвено-генетичните хоризонти (Русева, 2002).

Така изчислените стойности на К-фактор за отделните почвени профили са категоризирани в шест класа (<=0.01, >0.01<=0.02, >0.02<=0.03, >0.03<=0.04, >0.04<=0.05, >0.05 t ha h / ha MJ mm) и съпоставени с оценките и класа на податливост към ерозиране на почвата в съответната точка от картата на податливостта към ерозиране на почвите в България (Rousseva & Stefanova, 2006), определена от географските координати на всеки профил. Фиг. 1 илюстрира местоположението на изследваните почвени профили върху картата за податливостта към ерозиране на почвите в България.



Фиг. 1. Карта на податливостта към ерозиране на почвите в България в М 1: 400 000 (Rousseva & Stefanova, 2006) и местоположение на изследваните почвени профили

Резултати и обсъждане

Стойностите на параметрите, необходими за изчисляване на индекса за податливост към ерозиране на почвата в деветте проучени почвени профила (Табл. 2) дават представа за широкия диапазон на изменение на съдържанието на ил (от 8.6 % при Кафява горска, вторично затревена почва до 49.8 % при Канелена горска почва), прах и дребен пясък (от 30.8 % при Планинско-ливадна почва до 90.13 % при Типичен чернозем – карасолук) и хумус (от 1.69 % при светлосива горска почва до 10.61 % при Планинско-горска тъмноцветна почва). В съответствие с тези разлики са разликите в изчислените стойносттите на К-фактор за тези почви (Табл. 3) – от най-слабо податливата към ерозиране Планинско-ливадна почва (0.011 t ha h / MJ ha mm) до най-податливия към ерозиране Слабо излужен чернозем (0.039 t ha h / MJ ha mm). Средната

стойност на разликата между оценките за К-фактор за проучените почвени профили (точкови оценки) и в съответните точки на картата за податливост към ерозиране на почвите в България в М 1: 400 000 (дребномащабни площни оценки) е 0.010 t ha h / ha MJ mm при стандартно отклонение 0.007 t ha h / ha MJ mm. Най-малка е разликата в точките на профилите на Кафява горска, вторично затревена и Планинско-горска тъмноцветна почва – 0.002 t ha h / ha MJ mm. Най-голяма е разликата в точката на профила на Канелена горска почва – 0.021 t ha h / ha MJ mm (Табл. 3, Фиг. 2).

Таблица 2. Стойности на параметрите, необходими за изчисляване на К-фактор

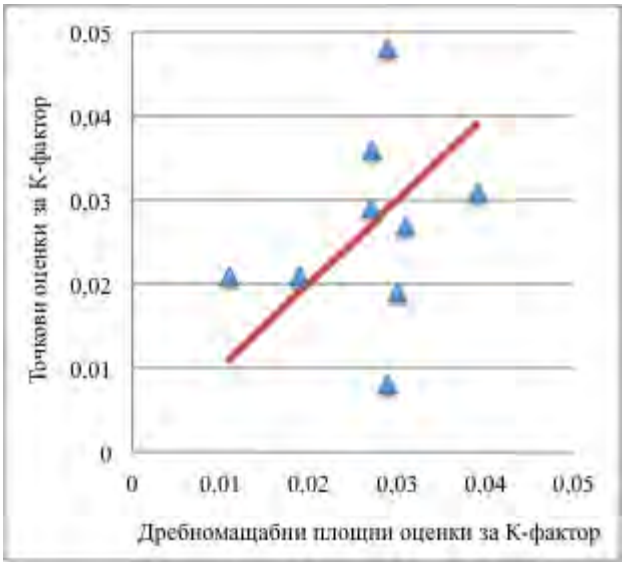
Почвен профил №	Почвен тип	<0.002 mm	<0.1 mm	Хумус, %, (параметър "a")	Степен на агрегираност (параметър "b")	Водопроницаемост на профила, (параметър "c")
1	Кафява горска, вторично затревена	8.60	49.60	6.36	3	5
2	Планинско-горска тъмноцветна	12.10	48.90	10.61	2	5
3	Планинско-ливадна	12.40	30.80	9.72	3	5
4	Канелена горска	49.80	83.90	1.72	4	2
5	Средно излужена Смолница	32.37	79.55	3.42	2	2
6	Канелено-подзолиста горска	35.39	85.88	2.4	2	3.5
7	Типичен чернозем- карасулук	33.01	90.13	3.45	4	3.5
8	Слабо излужен Чернозем	33.15	88.10	2.83	2	3.5
9	Светлосива горска	43.17	89.68	1.69	3	4

Таблица 3. Оценки за индекса за податливост на почвите към ерозиране (К-фактор) за проучените почвени профили (точкови оценки) и съответните точки на картата за податливост към ерозиране на почвите в България в М 1: 400 000 (дребномащабни площни оценки)

№ на почвен профил	Точкови оценки		Дребномащабни площни оценки		Разлика
	К-фактор, t ha h / ha MJ mm	Клас податливост към ерозиране	К-фактор, t ha h / ha MJ mm	Клас податливост към ерозиране	
1	0.027	3	0.029	3	-0.002
2	0.019	2	0.021	3	-0.002
3	0.011	2	0.021	3	-0.01
4	0.029	3	0.008	1	0.021
5	0.03	4	0.019	2	0.011
6	0.029	3	0.048	5	-0.019
7	0.039	4	0.031	4	0.008
8	0.031	4	0.027	3	0.004
9	0.027	3	0.036	4	-0.009

При 5 от изследваните почви (Кафява горска, вторично затревена, Планинско-горска, тъмноцветна; Планинско-ливадна, Канелено-подзолиста и Светлосива горска почва) дребномащабните оценки са по-високи от точковите оценки за податливостта към ерозиране; при останалите 4 почви (Канелена горска, средно излужена Смолница, типичен Чернозем – карасолук и слабо излужен Чернозем) дребномащабните оценки са по-ниски от точковите оценки за податливостта към ерозиране (Табл. 3, фиг. 2).

Класовете на податливостта към ерозиране съвпадат при точковите и едромащабните оценки за Кафява горска почва и Типичен чернозем – карасулук, докато при Планинско-ливадна, Планинско-горска тъмноцветна, слабо излужен Чернозем и Светлосива горска почви разликата е с един клас (Табл. 3). Разликата е с два класа при Канелена горска почва, средно излужена Смолница (при абсолютната стойност на разликата едва 0.011 t ha h / ha MJ mm) и Канелено-подзолиста горска почва (табл. 3).



Фиг. 2. Точкови спрямо дребномащабни оценки на индекса за податливост на почвите към ерозиране (К-фактор). Правата линия изобразява линията на съвпадение на оценките в двата мащаба.

Тези разлики могат да бъдат обяснени с методологията за картографиране на почвите, респективно податливостта им към ерозиране при мозаична структура на разпространение. Картата за податливост към ерозиране на почвите в България е съставена на базата на изчисления на К-фактор от рутинни данни от едромащабните почвени проучвания в мащаби 1: 10 000 и 1: 25 000, характеризиращи всички райони на разпространение на съответната почвена единица в М 1: 400 000, като всички полигони на разпространение на дадена почвено-картографска единица се характеризират една стойност на К-фактор (средната стойност на всички оценки). При тези условия, местоположението на даден почвен профил, характеризиращ даден почвен тип, може да се окаже в точка извън полигоните на разпространение на този тип почва, отразени в дребномащабната карта в М 1: 400 000, което може да доведе до по-малки или по-

големи разлики между точковите и дребномащабните оценки на индекса за податливост на почвите към ерозиране.

Заключение

Стойностите на К-фактор на основните типове почви в България варират от 0,011 до 0,039 t ha h / ha MJ mm. Изследваните почви са класифицирани според податливостта им към ерозиране като слабо, средно и средно до силно податливи към ерозиране.

Две от изследваните почви са с един и същ клас на податливост към ерозиране като дребномащабните оценки в М 1: 400 000; при четири почви разликата в точковите и дребномащабните оценки е с един клас и при три почви тази разлика е с два класа.

Резултатите от сравнителните анализи показват, че за оценка на ерозионните фактори и прогнозиране на риска от ерозия за целите на оптимизиране на противоерозионните мерки на конкретна територия, са необходими насочени и конкретни проучвания в достатъчно едър мащаб.

Литература

Качинский, Н.А. 1958. *Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения*, Москва. 192 с.

Русева С.С. 2002. *Информационна основа на географска база данни за площната водна ерозия. Хабилитационен труд за присъждане на научно звание "старши научен сътрудник I степен"*. ИП "Н. Пушкаров", София. 28 с.; 147 с.

Rousseva S., Stefanova V. 2005. Susceptibility of Bulgarian soils to erosion: 1. Water erosion. In: R. Dilkova et al. (eds), *Management, Use and Protection of Soil Resources, Proceedings National Conference with International Participation*, PublishScieSet-Eco, Sofia: 350-353.

Rousseva S., Stefanova V. 2006. Assessment and mapping of soil erodibility and rainfall erosivity in Bulgaria. In: M. Morel et al. (eds) *BALWOIS 2006 Conference on Water Observation and Information System for Decision Support,* 23-26 May 2006, Ohrid, Republic of Macedonia. Book of Abstracts (ISBN 9989-9594-1-2): 28-29. (CD: paper No 152) (Full text at: http://balwois.com/k9proceeding/a-152-assessment-and-mapping-of-soil-erodibility-and-rainfall-erosivity-in-bulgaria/

Wischmeier, W., C.B. Johnson, B. V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of soil and Water Conservation,* 26: 189 – 193.

Благодарности. *Реализирането на настоящата публикация се осъществи благодарение на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията", който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси" и Европейския социален фонд.*

РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА ПОЧВЕНИ МИКРООРГАНИЗМИ ПРИ ЧЕТИРИ ПОЧВЕНИ ТИПА

Йонита Перфанова, Христо Вълчовски и Веселинка Петрова
ИПАЗР „Н. Пушкаров", София
E-mail: jperfanova@gmail.com

DISTRIBUTION OF SOIL MICROORGANISMS IN FOUR SOIL TYPES

Jonita Perfanova, Hristo Valchovski and Veselinka Petrova
N. Poushkarov ISSAPP, Sofia

Abstract

The natural occurrence of soil microorganisms (bacteria, actinomycetes and fungi) were explored on soils from South and North Bulgaria. The study was carried out in autumn of 2014 on Chernozems, Vertisols, Phaeozems and Luvisols. The influence of physical and chemical soil properties were investigated on populations of soil microflora from different soil horizons. Appropriate conditions for the development of the main groups of soil microorganisms - ammonifying bacteria, actinomycetes and fungi exist in the leached Vertisols.

Key words: soil microorganisms, bacteria, actinomycetes, fungi, Bulgaria.

Увод

Почвената микрофлора играе важна роля в разлагането, трансформацията и минерализацията на въглеродните, азотните, фосфорните и органични съединения (Kirk et al., 2004). Почвените микроорганизми са в основата на почвообразувателните процеси, кръговрата на веществата и имат важно значение за продуктивността на почвите. Характеристиките на почвата (съдържание на хранителни елементи и органичен въглерод, влажност, почвена реакция, количество на физична глина, съдържание на кислород и др.) оказват голямо влияние върху развитието на почвените микробиални съобщества. Разпределението на микроорганизмите по дълбочина на почвения профил е от значение за протичането биогеохимичните процеси в почвените екосистеми (Will et al., 2010; Hansel et al., 2008).

Целта на настоящето проучване е да се установят промените в микробиалното разпространяване при средно излужена канелена горска почва, средно излужена смолница, типичен чернозем – карасулук и светло сива горска почва.

Материал и методи

Изследването е проведено през есента на 2014 год. на средно излужена канелена горска почва (Luvic Endoclacic Phaeozems Clayic Aric Chromic) от с. Патриарх Евтимово, средно излужена смолница (Haplic Vertisol Aric Hypereutric Humic) от гр. Карнобат, типичен чернозем (Haplic Chernozem Clayic Aric) от с. Полковник Свещарево и светло сива горска почва - псевдоподзолиста (Glayic Luvisol Clayic Novic) от с. Голец. Определени са основните химични, агрохимични и физични свойства на изследваните почви: механичен състав по метода на Качинский (1970); съдържание на органично

вещество по метода на Тюрин (1937); хидролизуем азот по метода на Bremner (1965); подвижни форми на фосфор и калий по метода на Иванов (1984). реакция на почвата (pH) – потенциометрично във вода и калиев хлорид (Таблица 1).

Таблица 1. Агрохимичен и механичен състав на изследваните почви

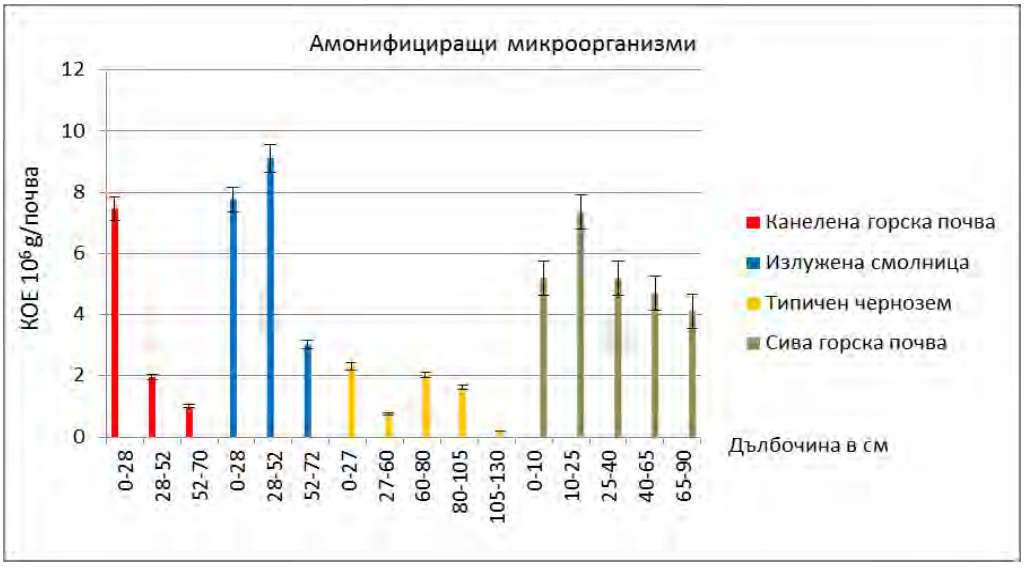
Дълбочина cm	pH		Хигроскопична влажност	Σ N-NH_4+NO_3	P_2O_5	K_2O	Хумус	Сума на почвени частици< 0,01 mm
	H_2O	KCl	%	mg/kg	mg/100 g		%	%
Средно излужена канелена горска почва (с. Патриарх Евтимово)								
Aiорн 0-28	5,6	4,7	6,11	15,0	7,8	29,3	1,72	68,6
B_1(t) 28-52	5,9	5,0	6,80	17,3	0,2	27,1	1,24	70,9
B_2(t) 52-70	6,9	6,2	7,00	13,8	0,2	27,7	0,97	72,6
Средно излужена смолница (гр. Карнобат)								
A^Iорн 0-28	6,1	5,1	5,61	24,2	13,1	28,1	3,12	56,6
A^{II} 28-52	5,7	4,8	5,58	19,0	17,7	25,6	2,69	56,7
A^{III}BCf 52-72	5,9	5,0	6,74	11,5	8,1	21,9	2,24	46,4
Типичен чернозем – карасулук (с. Полковник Свещарево)								
A^Iорн 0-27	7,3	6,6	6,19	18,4	4,2	29,7	3,31	53,9
A^{II} 27-60	7,6	6,9	6,47	16,7	0,2	26,2	2,79	63,9
A^{III}к 60-80	7,9	7,1	6,13	10,9	0,2	26,9	1,76	65,4
аВк 80-105	8,0	7,3	5,31	13,2	0,2	21,2	1,02	72,0
Ск 105-130	8,0	7,3	4,47	12,1	0,2	17,0	0,52	68,1
Светло сива псевдоподзолиста горска почва (с. Голец)								
Ачим 0-10	6,5	5,5	3,79	15,6	20,7	28,1	3,00	62,7
A_1l 10-25	6,5	5,6	2,89	9,2	10,4	38,5	1,69	39,2
A_2l 25-40	6,6	5,7	2,66	12,1	7,8	42,2	1,36	47,2
B_1t 40-65	6,6	5,6	4,32	11,5	3,8	43,0	0,88	51,3
B_2tg 65-90	6,6	5,6	5,10	9,8	0,5	34,8	0,52	63,5

Числеността на колонии образуващи единици (КОЕ) на основните групи почвени микроорганизми са определени по метода на десеткратните разреждания чрез посяване на почвени суспензии върху селективни агаризирани хранителни среди (Грудева и колектив, 2007). Пробите за микробиологичен анализ са взети до дълбочина на почвените профили 0 - 130 см. Определени са следните физиологични и таксономични групи почвени микроорганизми: амонифициращи микроорганизми – на месо-пептонен агар (МПА) след тридневна инкубация; микроскопични гъби – върху подкиселена среда на Чапек – след седемдневна инкубация; актиномицети – скорбяло-амонячен агар – след седемдневна инкубация. Получените експериментални данни са обработени статистически чрез Statgraphics + 2.1.

Резултати и обсъждане

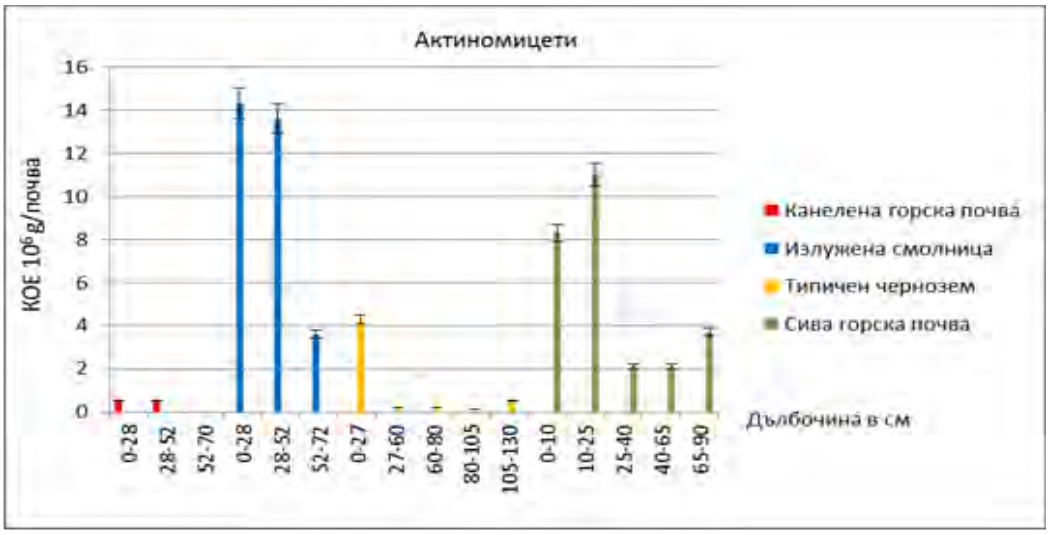
От сравняваните типове почви разпространението на амонифициращи бактерии е най – силно при излужената смолница, като се наблюдават най – голям брой колонии в дълбочина на почвения профил 28 – 52 см. В този хоризонт се наблюдават най –

ниски стойности на pH, най – ниска хигроскопична влажност и най - високо съдържание на усвоим фосфор. Рязкото намаляване на тези микроорганизми при дълбочина 52 – 72 см, в сравнение с по – горните хоризонти е аналогично с намаляването на минералния азот, усвоимите фосфор и калий, както и съдържанието на хумус. При канелената горска почва не се установяват съществени разлики с излужената смолница в разпространението на амонифициращи микроорганизми при дълбочина 0 – 28 см. Но при тази почва количеството микроорганизми значително намалява в долните слоеве, които се характеризират с по – висока киселинност на почвата, по – висока хигроскопична влажност, по – ниски стойности на азот, фосфор, калий и хумус. Сивата горска почва се характеризира с равномерно разпространение на амонифициращи микроорганизми по целия профил, като най – голямо количество се наблюдава в дълбочина 10 – 25 см. Амонифициращите микроорганизми са най – малко при типичния чернозем, който се характеризира със слабо алкална реакция на почвата (с най – високи стойности на pH в сравнение с останалите почви) и много ниско съдържание на фосфор. Според Войнова и др., (1983) сезоните също оказват влияние върху тези микроорганизми като те имат най – слабо развитие в почвата през есенния период, докато през пролетта и лятото, при типичния чернозем броят им нараства.(Фиг. 1)



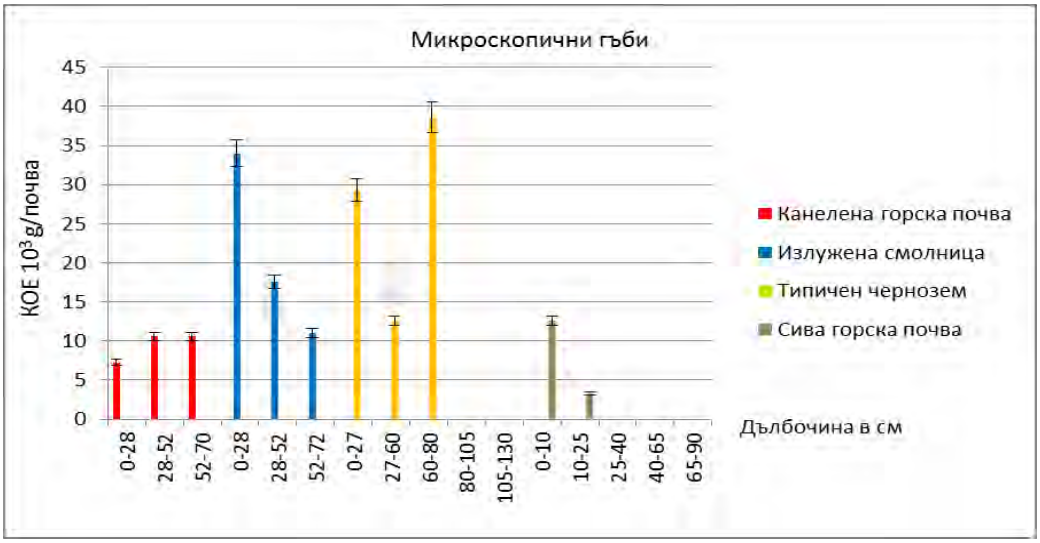
Фигура 1. Разпространение на амонифициращи микроорганизми при основни типове почви (LSD – 0,26; P < 0,05)

При излужената смолница се наблюдава и най – голямо разпространение на актиномицети. Аналогично с количеството на амонифициращите микроорганизми при сивата горска почва, актиномицети има във всички изследвани хоризонти, като техния брой е най – голям при дълбочина 10 – 25 см. При канелената горска почва и типичния чернозем наличието на тази група микроорганизми е незначително, с изключение на повърхностния хоризонт при чернозема. В изследване, извършено през есентта, Вълчовски (2015) установява по – голям брой актиномицети при излужена смолница в сравнение с канелена горска почва. (Фиг. 2).



Фиг. 2. Разпространение на актиномицети при основни типове почви (LSD – 0,42; P < 0,05)

За разлика от разпространението на актиномицети при типичния чернозем, микроскопични гъби при него са с най – голям брой, като те преобладават при дълбочина 60 – 80 см, намаляват при 0 – 27 см, при 27 – 60 см. са двойно по – малко и в дълбочина на почвения профил липсват. Сходни с тези са и резултатите показващи количеството микроскопични гъби при излужената смолница. При нея най – голям брой има в повърхностия хоризонт, като плавно намаляват в дълбочина на почвения профил. Микроскопичните гъби са значително по – малко при каненената горска почва, но са равномерно разпределени при изследваните дълбочини.



Фиг. 3. Разпространение на микроскопични гъби при основни типове почви LSD – 0,37; P < 0,05

Сходно с това е количеството им в дълбочина 0 – 10 см при сивата горска почва, при 10 – 25 см силно намаляват, а в дълбочина на почвения профил микроскопични

гъби не се наблюдават (Фиг. 3). Получените резултати са статистически доказани при отделните групи почвени микроорганизми.

Заключение

Най-добри условия за развитие на основните групи микроорганизми – амонифициращи, актиномицети и микроскопични гъби съществуват при излужената смолница. Типичния чернозем се характеризира с най – голям брой микроскопични гъби, амонифициращите микроорганизми са в по – малко количество, а актиномицети се наблюдават само в повърхностния хоризонт. При канелената горска почва се наблюдавт амонифициращи микроорганизми и микроскопични гъби, докато актиномицетите са в незначително количество. Сивата горска почва се характеризира с разпространение на актиномицети и амонифициращи микроорганизми, при нея най – слабо развитие имат микроскопичните гъби.

Литература

Войнова Ж., В. Ранков и Г. Ампова. 1983. *Микроорганизми и плодородие.* Земиздат, стр. 18 – 20.

Вълчовски Х. 2015. *Биоразнообразие на земни червеи и почвени микроорганизми в Софийско поле.* Автореферат. София, стр. 18 – 20.

Грудева В., П. Мончева, С. Недева, Б. Гочева, С. Антонова-Николова и С. Наумова. 2007. *Ръководство по микробиология*. Университетско издание "Св. Климент Охридски", стр. 356.

Иванов П. 1984. Нов ацетатно – лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий в почвата.*Почвознание Агрохимия и Екология*, 4, 88 – 98.

Качинский Н. А. 1970. *Физика почвы*. Част I и II. Издателство „Вышая школа", Москва, стр. 340 - 357.

Тюрин И. В. 1937. *Органическое вещество почвы и его роль в почвообразовании: Учение о почвенном гумусе*. Сельхозгиз, стр. 287.

Bremner J. M. 1965. Inorganic Forms of Nitrogen. In: Black C.A. et al., (eds.). *Methods Of Soil Analyses. Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. No 9, Agronomy. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA, pp. 1179-1237.

Hansel, C., S. Fendorf, P. Francis. 2008. Changes in bacterial and archaeal community structure and functional diversity along a geochemically variable soil profile. *Applied and Environmental Microbiology*, 74, 1620 – 1633.

Kirk J. L., L. A. Beaudette, M. Hart, P. Moutoglis, J. N. Klironomos, H. Lee and J. T. Trevors. 2004. Methods of studying soil microbial diversity. *Journal of Microbiological Methods* 58, pp. 169– 188.

Rumpel, C., I. Kogel-Knabner. 2011. Deep soil organic matter-a key but poorly understood component of terrestrial C cycle. *Plant and Soil*, 338, 143 – 158.

Благодарности. *Настоящата публикация е подготвена с подкрепата на проект № BG051PO001-3.3.06-0042: „Програма за подобряване на интердисциплинарната подготовка и повишаване на квалификацията на младите учени в областта на почвознанието и екологията", който се финансира от Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси" и Европейския социален фонд. Благодарим и на д-р Бисер Христов за оказаната помощ относно квалифицирането на почвените профили.*