

РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ

на главен асистент д-р Мария Константинова Иванова

във връзка с участие в конкурс за заемане на академична длъжност „доцент“, в област на висше образование 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина, по професионално направление 6.1. Растениевъдство, научна специалност „Мелиорации (вкл. почвена ерозия и борбата с нея)“ към ИПАЗР „Никола Пушкиров“ – ССА, обявен в Държавен вестник бр.35/14.04.2026 г.

Група В (показател 4). Научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световно известни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus)

B1. Kercheva, M., Ganeva, D., Dimitrov, Z., Atanasov, A. Z., Kuncheva, G., Kolchakov, V., Nikolova, P., Dimitrov, S., Nenov, M., Filchev, L., Nikolov, P., Ginchev, G., **Ivanova, M.**, Ivanova, I., Doneva, K., Paparkova, T., Mitova, M., & Banov, M. 2025. Integrating Remote Sensing and Ground Data to Assess the Effects of Subsoiling on Drought Stress in Maize and Sunflower Grown on Haplic Chernozem. Agriculture, 15(15),1644. ISSN 2077-0472, quartile Q1, (IF 3.6)

<https://doi.org/10.3390/agriculture15151644>

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001548645300001>

Abstract

In drought-prone regions without irrigation systems, effective agrotechnologies such as subsoiling are crucial for enhancing soil infiltration and water retention. However, the effects of subsoiling can vary depending on crop type and environmental conditions. Despite previous research, there is limited understanding of the contrasting responses of C3 (sunflower) and C4 (maize) crops to subsoiling under drought stress. This study addresses this knowledge gap by assessing the effectiveness of subsoiling as a drought mitigation practice on Haplic Chernozem in Northern Bulgaria, integrating ground-based and remote sensing data. Soil physical parameters, leaf area index (LAI), canopy temperature, crop water stress index (CWSI), soil moisture, and yield were evaluated under both conventional tillage and subsoiling for the two crops. A variety of optical and radar descriptive remote sensing products derived from Sentinel-1 and Sentinel-2 satellite data were calculated for different crop types. Consequently, the use of machine learning, utilizing all the processed remote sensing products, enabled the reasonable prediction of LAI, achieving a coefficient of determination (R^2) after a cross-validation greater than 0.42 and demonstrating good agreement with in situ observations. Results revealed differing responses: subsoiling had a positive effect on sunflower, improving LAI, water status, and slightly increasing yield, while it had no positive effect on maize. These findings highlight the importance of crop-specific responses in evaluating subsoiling practices and demonstrate the added value of integrating unmanned aerial systems (UAS) and satellite-based remote sensing data into agricultural drought monitoring.

Резюме

В райони, предразположени към суша, без напоителни системи, ефективните агротехнологии, като например продълбочаването, са от решаващо значение за подобряване на инфилтрацията на почвата и задържането на вода. Ефектите от продълбочаването обаче могат да варират в зависимост от вида на културата и условията на околната среда. Въпреки предишните изследвания, разбирането за контрастните реакции на културите С3 (слънчоглед) и С4 (царевица) към продълбочаването при стрес от суша е ограничено. Това проучване запълва тази празнина в знанията, като оценява ефективността на продълбочаването като практика за смекчаване на сушата върху Хапличен чернозем в Северна България, интегрирайки наземни и дистанционни данни. Физическите параметри на почвата, индексът на листната площ (LAI), температурата на короната на растението, индексът на воден стрес на културата (CWSI), влажността на почвата и добивът бяха оценени както при конвенционална обработка на почвата, така и при продълбочаване за двете култури. Разнообразие от оптични и радарни описателни продукти за дистанционно наблюдение, получени от спътникови данни Sentinel-1 и Sentinel-2, бяха изчислени за различни видове култури. Следователно, използването на машинно обучение, използващо всички обработени продукти от дистанционно наблюдение, позволи разумно прогнозиране на LAI, постигайки коефициент на детерминация (R^2) след кръстосана валидация по-голям от 0,42 и демонстрирайки добро съответствие с *in situ* наблюденията. Резултатите разкриха различни реакции: подпочвено обработване имаше положителен ефект върху слънчогледа, подобрявайки LAI, водния статус и леко увеличавайки добива, докато върху царевицата не оказва положителен ефект. Тези открития подчертават значението на специфичните за културите реакции при оценката на практиките за подпочвено обработване и демонстрират добавената стойност от интегрирането на безпилотни летателни системи (UAS) и сателитни данни от дистанционно наблюдение в мониторинга на селскостопанската суша.

B2. Lyubenova, I., Mitreva, Z., **Ivanova, M.** & Atanassova, I. 2024. Agroecological potential and geographic information systems (GIS) mapping in the region of Stara Zagora, Bulgaria (Part I). Characteristics of the ecological factors. Bulg. J. Agric. Sci., 30(5), 797–806. ISSN: 1310-0351, quartile Q3, (SJR=0.25)

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001479959500010>

Abstract

Relief, climate and soils in the lands of the villages of Edrevo and Panicherevo, Stara Zagora region, Bulgaria were examined. A geographic information system (GIS), including the collected information, and spatial visualization of soil data and main soil characteristics was carried out in the form of a soil map and thematic maps of soil texture (physical clay content in %), humus content (%) and soil acidity (pH). A greater part of the agricultural land is occupied by Cinnamon forest soils, a total of 1720.56 ha, of which 1012.43 ha are strongly leached to slightly podzolized with varying degrees of erosion and 708.12 ha are undeveloped and shallow soils. The rest of the agricultural lands are from Alluvial (Deluvial) - meadow soils - 930.29 ha. The detailed description of the soil-climatic conditions was applied in determining the credit rating and category of the lands in the investigated lands (part II).

Резюме

Разгледани са релефът, климатът и почвите в землищата на селата Едрево и Паничерево, област Стара Загора. Разработена е географска информационна система, включваща събраната информация и е направена пространствена визуализация на данните за почвите и основните почвени характеристики под формата на почвена карта, тематични карти за механичен състав на почвите (съдържание на физична глина в %), съдържание на хумус (%) и киселинност на почвите (pH). По-голяма част от земеделските земи са заети от Канелени горски почви – общо 1720,56 ha, от тях 1012,43 ha са Силно Излужени до Слабо Оподзолени Канелени Горски с различна степен на ерозия и 708,12 ha са недоразвити и плитки канелени горски почви. Останалата част от земеделските земи са от Алувиално (Делувиално) - ливадни почви – 930,29 ha. Направеното подробно описание на почвено-климатичните условия е приложено при определяне на бонитетната оценка и категория на земите в изследваните землища (част II).

B3. Lyubenova, I., Mitreva, Z., **Ivanova, M.** & Atanassova, I. 2025. Agroecological potential and geographic information systems (GIS) mapping in the region of Stara Zagora, Bulgaria (Part II). Assessment and suitability of agricultural lands. Bulg. J. Agric. Sci., 31(2), 323–333. ISSN: 1310-0351, quartile Q3, (SJR=0.25).

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001343331100006>

Abstract

The research is based on the processed soil, climatic and agroecological data presented in Part I, as in the present study (Part II) an evaluation of the agronomic potential of the lands of the villages of Edrevo and Panicherevo, region Stara Zagora was carried out. The suitability of the lands for the cultivation of main agricultural crops has been determined. The field ratings by crops and the average agronomic score were calculated, which also determines the final land evaluation classification (categorization and grouping) under non-irrigation conditions. The final land evaluation classification is also harmonized with FAO recommendations. Land evaluation data is added to the developed geographic information system (part I) and is spatially visualized in the form of maps showing the suitability of agricultural lands for different crops growing.

Резюме

След обработката на първичните почвени, климатични и агроекологични данни (част I) е извършена оценка на агрономическия потенциал на земите от землищата на селата Едрево и Паничерево, обл. Стара Загора. Определена е пригодността на земите за отглеждане на основни земеделски култури. Изчислени са полските бонитетни числа по култури и средният агрономически бал, който определя и крайната бонитетна класификация (категоризация и групиране) при неполивни условия. Крайната бонитетна класификация е хармонизирана и с препоръките на FAO. Данните от бонитетната оценка са добавени към разработената географска информационна система (част I) и са пространствено визуализирани под формата на карти, показващи пригодността на земеделските земи.

B4. Ivanova, M., Z. Popova. 2021. Irrigation scheduling of maize grown on a Vertisol soil under changing climate of Sofia's field. *Acta Horticulturae et Regiotecturae – Special Issue Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae*, Vol. 24, pp. 1–7. DOI: 10.2478/ahr-2020-0013, ISSN: 1335-2563, eISSN: 1338-5259
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20210414935>

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the impact of climate uncertainties on maize irrigation requirements, grown on a Vertisol soil, Sofia's field, Bulgaria. Through the validated WinIsareg model, four irrigation scheduling alternatives are simulated for the years of “very high”, “high” and “average” irrigation demands of past (1952–1984) and present (1970–2004) climate. Adaptation of irrigation scheduling to the present climate conditions during the “very dry” years ($PI \leq 12\%$) consists of an extension of the irrigation season by 15–20 days and a need of additional irrigation relative to alternative 1 and two irrigation events at alternatives 2 and 3. During the past climate alternatives 2 and 3 led to savings of 30 mm of water, while up to the current climate conditions the three irrigation alternatives should provide 360 mm of irrigation water. To obtain maximum yields in “dry” ($PI = 12–30\%$) years, irrigation season should end by 05/09, as in the present climate, irrigation season has shifted about a week earlier for the three alternatives. In the “average” ($PI = 30–60\%$) years the adaptation consists in accurate determination of the last allowed date for irrigation.

Резюме

Целта на това проучване е да се оцени влиянието на климатичните промени върху изискванията за напояване на царевица, отглеждана върху Смолница в Софийското поле, България. Чрез валидирания модел WinIsareg са симулирани четири алтернативни поливни режима за годините с „много високи“, „високи“ и „средни“ нужди от напояване през миналия (1952–1984) и настоящия (1970–2004) климат. Адаптирането на поливния режим към настоящите климатични условия през „много сухите“ години ($PI \leq 12\%$) се състои в удължаване на сезона им на напояване с 15–20 дни и необходимост от допълнително напояване спрямо алтернатива 1 и две поливки при алтернативи 2 и 3. При условията на миналия климат алтернативи 2 и 3 доведоха до икономия на 30 мм вода, докато при настоящите климатични условия и трите поливни режима би трябвало да осигурят 360 мм вода за напояване. За да се получат максимални добиви в „сухи“ ($PI = 12–30\%$) години, напоителният сезон трябва да приключи до 05/09, тъй като в настоящия климат напоителният сезон се е изместил с около седмица по-рано за трите алтернативи. В „средните“ ($PI = 30–60\%$) години адаптацията се състои в точно определяне на последната разрешена дата за напояване.

B5. Popova Z., Ivanova M., Dimitrov E., Varlev I. 2020. Climatic and soil characteristics and crop parameters of optimized Agro-Climatic Regions for maize Irrigation in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (6), 1232–1246, ISSN: 1310-0351, quartile Q3, (SJR=0.25)
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000609889700018>

Abstract

The objectives of the study are to discuss and provide appropriate climatic and soil characteristics and crop parameters for decision making on maize irrigation relative to five agro-climatic regions in the form of: a) quantiles of inter-annual and interregional variability of precipitation and ET^0 ; b). Bulgarian maps with average precipitation and average reference evapotranspiration ET^0 ; c) Bulgarian soil classes in terms of texture, field capacity, wilting point and total available soil water ($mm\ m^{-1}$); d) validated crop ET modelling parameters, as limiting dates of local maize development stages, appropriate crop coefficients K_c and soil water depletion fractions for no stress p . Finally, the conventional maize irrigation depths are compared with that simulated through the validated soil water balance (SWB) WinISAREG model application to identified agro-climatic regions. Considered ET^0 and precipitation are the main climate variables that influence crop water requirements for irrigation. However, irrigation requirements are also influenced by soil characteristics, mainly FC, WP and TAW, and crop parameters, as rooting zone depth, validated K_c - coefficients and p – fractions relative to the crop development stages and respective limiting dates. All these parameters are also required input for SWB and irrigation scheduling WinISAREG, PILOTE and others model application. Map of Bulgarian soils and results of previous studies support identification of soil classes of small, average and large water holding capacity for each agro-climatic regions.

Резюме

Целта на изследването са да се обсъдят и предоставят подходящи климатични и почвени характеристики и параметри на културите за вземане на решения относно напояването на царевицата спрямо пет агроклиматични региона под формата на: а) квантили на междугодишната и междурегионалната вариабилност на валежите и ET^0 ; б). Български карти със средни валежи и средна еталонна евапотранспирация ET^0 ; в) Български класове почви по отношение на механичен състав, пределна полска влагоемност (FC), влажност на завяхване (WP) и общ използваем воден запас (TAW $mm\ m^{-1}$); г) валидирани параметри за моделиране на ЕТ на културите, като гранични дати за местните фази на развитие на царевицата, подходящи коефициенти на културите K_c и фракции на изчерпване на достъпния воден запас без стрес p . Накрая, традиционните поливни норми на царевицата са сравнени с тези, симулирани чрез приложението на валидирания модел WinISAREG за баланс на водата в почвата (SWB) към идентифицирани агроклиматични региони. Разгледаните ET^0 и валежите са основните климатични променливи, които влияят върху нуждите от вода на културите за напояване. Изискванията за напояване обаче се влияят и от характеристиките на почвата, главно FC, WP и TAW, и параметри на културите, като дълбочина на зоната на вкореняване, валидирани K_c - коефициенти и p - фракции спрямо етапите на развитие на културите и съответните гранични дати. Всички тези параметри са необходими входни данни за симулиране на баланс на водата в почвата SWB и поливните режими с приложение на модели като WinISAREG, PILOTE и други. Картата на българските почви и резултатите от предишни проучвания подкрепят идентифицирането на почвените класове с малък, среден и голям капацитет за задържане на вода за всеки агроклиматичен регион.

B6. Popova, Z., Varlev, I., Ivanova, M., Dimitrov, E. 2018. Optimum regional irrigation requirements under changing climate in Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science BJAS, 24 (Suppl.2), 33-42, ISSN: 1310-0351, quartile Q3, (SJRI=0.25)
<https://www.scopus.com/pages/publications/85063056033>

Abstract

Net irrigation requirements (NIR, mm) that fully satisfy crop development and yield formation are basic in irrigation systems' design and management. Bulgarian practice usually adopts the irrigation scheduling developed by Zahariev et al. (1986) that provide information on 31 crops and 97 irrigation regions (IR). Years, having probability of occurrence of an irrigation depth $PI=10$, $PI=25$ and $PI=50\%$, were considered. To cope with climate uncertainties and drought aggravation, simulations were performed for past (1950-1980) and present (1951-2004) weather conditions of unified Agro-Climatic AC regions. In former studies the irrigation scheduling simulation WinISAREG model was calibrated for maize using data from long-term experiments carried out in fields of diverse soil, climate and management conditions. Optimal AC regions were defined on the grounds of average reference evapotranspiration totals for July-August relative to the period 1951-2004 $ET_{Jul-Aug}$. Thus, $ET_{Jul-Aug}$ served as an indicator of regional NIR and IR unification into AC regions. The impacts of soil properties were characterised by total available soil water TAW, being "small" if $TAW=116$, "average" if $136<TAW<157$ and "large" when $173<TAW<180\text{ mm m}^{-1}$. NIR were computed by model application to soils of small and large TAW in each AC region and 1951-2004 period. Results indicate that when $ET_{Jul-Aug}$ increases from 260 to 330 mm, NIR in "average" demand year ($PI=50\%$) increase from 160 to 310 mm for soils of "small" TAW. Relative to 1951-1980, unified conventional irrigation demands were compared to those simulated. Results showed that the former were mostly in the range of those derived by model simulations. It was concluded that the model took better into account the impact of climate change and different TAW. Maps illustrate findings of the study over country territory in "an average", "a moderately dry" and "a very dry" season.

Резюме

Нетните напоителни норми (NIR, mm), които задоволяват напълно нуждите на селскостопанските култури и формирането на добивите, са основни при проектирането и управлението на напоителните системи. Традиционно, в българската практика се използват поливните режими и напоителните норми, разработени от Захариев и др. (1986), които предоставят информация за 31 култури и 97 напоителни района (IR). В случая са взети предвид годините с обезпеченост на напоителната норма $PI=10$, $PI=25$ и $PI=50\%$. Установените климатични промени и тенденции към засушаване предизвикват несигурност в управлението на напояването. За справяне с проблема са осъществени симулации с модела на поливния режим WinISAREG за условията на миналия (1950-1980) и настоящия (1951-2004) климат за обединени агроклиматични AC райони. При предишни изследвания моделът WinISAREG беше калибриран за царевица на основата на данни от дългосрочни експерименти, проведени в полета представляващи разнообразни почвени, климатични и управленчески условия при напояването. Оптималните агроклиматични райони AC са дефинирани на основата на осреднената сумарна еталонна евапотранспирация за юли и август $ET_{Jul-Aug}$ за периода 1951-2004. По този начин, $ET_{Jul-Aug}$ е приложена като индикатор за регионалното обединяване на NIR и IR в AC райони. Влиянието на свойствата на почвата върху нуждите от напояване са характеризирани чрез използваемия воден запас TAW, mm m^{-1} , който е "нисък" ако $TAW=116\text{ mm m}^{-1}$, "среден" ако $136<TAW<157$ и "висок", когато $173<TAW<180\text{ mm m}^{-1}$. Съответните NIR, mm, за периода 1951-2004 са изчислени чрез приложение на модела

WinISAREG за групите почви с нисък и висок **TAW** във всеки **АС** район. Резултатите показват, че когато средната сумарна ET^0 Jul-Aug нараства от **260** до **330 mm**, нетната напоителна норма на царевица **NIR** за почвите с “нисък” **TAW** се увеличава от **160** на **310 mm** през “средната” година (**PI=50%**). За периода 1951-1980 г., традиционните напоителни норми са сравнени със симулираните. Резултатите показват, че нуждите от напояване по “Захариев” са в диапазона на изменение на **NIR**, установени чрез приложението на модела, в повечето случаи. В заключение, симулираните **NIR** покриват по-широк диапазон на колебания отколкото съответните норми на “Захариев”, т.е. моделът отчита по-добре влиянието на климатичните промени и на разликите във водозадържащия капацитет на почвата **TAW**. Съставените карти илюстрират настъпилите промени в очертанията на “влажните” и “сухи” зони, характеризирани чрез съответната нетна необходимост от напояване **NIR** на територията на страната през „средна“, „умерено-суха“ и „много суха“ година.

B7. Popova, Z., **Ivanova, M.**, Dimitrov, E., Varlev, I. 2018. Climatic characteristics of optimum Agro-Climatic regions for maize irrigation in Bulgaria. Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology, 52, 3/2018: 3-16; ISSN 0861-9425 (Print), ISSN 2534-9864 (Online)
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20193172920>

Abstract

Precipitation and reference evapotranspiration calculated by the Penman-Monteith equation $PM-ET^0$ are indispensable in crop irrigation requirements and irrigation scheduling studies. In our former research optimum Agro-Climatic (AC) regions have been identified by unification of the traditional 97 irrigation regions (Zahariev et al., 1986) on the basis of average reference evapotranspiration for July and August $PM-ET^0$ July-Aug relative to the period 1951-2004. The aim of present study is to provide climatic characteristics of these unified AC regions in the form of: a) maps with average precipitation and average reference evapotranspiration ET^0 for the territory of the country and b) some quantitative analyzes of inter-seasonal and inter-regional variability of precipitation and ET^0 . It has been found that ET^0 July-Aug totals in a normal year (having 50% probability of exceedance) range from 270 to 340 mm over Bulgarian plains (fig. 4b) while precipitation normality relative to the same months varies from 60 to 110 mm (fig. 3b). Moreover, precipitation totals for July and August in the dry years (having probability of exceedance $P > 90\%$, same fig. 3b) are less than 10-20 mm. The study also shows that monthly precipitation has a large “inter-annual” and also “inter-seasonal” variability with smaller precipitation in July, August and September when “flowering” and “yield formation” maize development stages occur (figs. 2a, 2c, 2e and 2g). Precipitation relative to “May-September” and peak demand “July-August” period are the lowest in AC region V (Sandanski, figs. 3a and 3b), followed by AC region IV (Plovdiv) and AC region III (Varna and Lom) and AC regions I (Sofia) and IV (Pleven) where seasonal precipitation are the highest ranging from 120 to 550-700 mm (figs. 3a and 3b). Compared with precipitation, the variability of $PM-ET^0$ May-Sept relative to “May-September” is significantly lower. It is the highest in the extremely dry AC region V (Sandanski), varying from 740 to 840 mm over the studied 54-year period (fig. 4a). $PM-ET^0$ May-Sept is about 30-110 mm less in AC region IV (Stara Zagora, Plovdiv and Pleven), decreases by 70-90 mm more in the AC regions III and II (Lom, Varna and Silistra) and is the lowest in AC region I (Sofia). During the months of peak irrigation

demands July and August the difference between locations in terms of $PM-ET^0$ July-Aug is about half than that relative to $PM-ET^0$ May-Sept (fig. 4b). Spatial distribution of seasonal rainfall “April-September” is characterized by considerable non uniformity (fig. 5a). Most of Eastern regions (Silistra and Dobrich, AC region II) and those from the Black Sea coastal zone (Varna and Burgas, AC regions III and IV) are highly vulnerable to drought (Alexandrov (Ed.), 2011). In summer the extreme South-West part of the country (Sandanski and Petrich), as well as Haskovo and Svilengrad (AC region V), Plovdiv, and Burgas (AC region IV) and Sofia (AC region I), South Bulgaria, and a part of North Bulgaria (Silistra, Kavarna and Shabla – AC regions II and I) are the most vulnerable to drought due to the scarce precipitation (fig. 5b) combined with a high evapotranspiration demand ET^0 July-Aug (figs. 6b, 6c). Statistical and graphical analyzes of ET^0 in the unified AC regions show that the highest maximum ET^0 July-Aug values and the lowest summer precipitation totals are inherent to the Transition Mediterranean climate of AC region V (Sandanski, figs. 2i 2j, 3b and 4b). In summer the lowest minimum, maximum and average values of ET^0 are inherent to the conditions of the Moderate continental/Black sea climate in the I (Sofia, fig. 2b), II (Silistra, fig. 2d,) and III (Varna and Lom, fig. 2f) AC regions. The highest ET^0 values are found for the Transitional continental (Pleven and Plovdiv, AC region IV, fig. 2h) and Mediterranean climates (Sandanski, AC region V, fig. 2j). Reliable 1:1 relationships ($R^2 \geq 0.80$, $RMSE \leq 5.8$ mm/month and a slope coefficient $b \geq 0.90$, fig. 7), derived from monthly ET^0 normalities relative to two periods (1951-2004 and 1981-2010), show that both data series could provide trusty characteristics of present climate conditions in June, July and August.

Резюме

Валежите и еталонната евапотранспирация $PM-ET^0$, изчислена по уравнението Penman-Monteith, са основни параметри на климата при определяне на напоителните норми и поливните режими на културите. В наше предишно изследване 97 хидромелиоративни района (Zahariev et al., 1986) бяха обединени в 5 оптимизирани агро-климатични (АК) района на основа на осреднената еталонна евапотранспирация за юли и август ET^0 Юли-Авг за периода 1951-2004г. Целта на настоящото изследване е да предостави климатични характеристики на така идентифицираните АК райони под формата на: а) карти със средните стойности на валежите и на еталонна евапотранспирация ET^0 за територията на страната и б) количествени анализи на “между-сезонната” и “между-регионалната” вариабилност на валежите и ET^0 за изследваните АК райони. Установено е, че сумарната средно многогодишна стойност на ET^0 July-Aug за идентифицираните АК райони варира от 270 до 340 mm (фиг. 4b), докато съответните стойности валежите се изменят в диапазон 60 - 110 mm (фиг. 3b). През сухите години (с обезпеченост $P > 90\%$, фиг. 3b) количеството на валежите за юли и август не надвишава 10-20 mm. Изследването показва, че сезонните валежи варират значително, както през годините така и през сезоните, като през месеците юли, август и септември, когато настъпват фазите “цъфтеж” и “формиране на добива” при царевицата, валежните суми са с по-ниски (фиг. 2а, 2с, 2е и 2г). Валежите през вегетационния “май-септември” и поливния период “юли-август” са най-ниски в АК регион V (Сандански, фиг. 3а и 3б), следвани от АК регион IV (Пловдив) и АК регион III (Варна и Лом) и са най-високи в АК райони I (София) и IV (Плевен), където сезонните валежи варират от 120 до 550-700 mm (фиг. 3а). В сравнение с валежите, вариабилността на $PM-ET^0$ May-Sept е значително по-ниска през годините. ET^0 May-Sept е най-висока за изключително сухия АК V район (Сандански), като през разглеждания период се изменя от 740 до 840 mm. $PM-ET^0$ May-Sept е с около 30-110 mm по-ниска в АК район IV (Стара Загора, Пловдив и Плевен), намалява с още 70-90 mm в

АК райони III и II (Лом, Варна и Силистра) и е най-ниска в АК район I (София). През периода с най-висока изпарителна способност на атмосферата “юли-август” разликите между локациите по отношение на $PM-ET^0_{July-Aug}$ са наполовина от тези, отнасящи се за $PM-ET^0_{May-Sept}$ (фиг. 4b). Пространственото разпределение на сезонните валежи “април-септември” се характеризира със значителна неравномерност (фиг. 5a). Повечето от източните общини (Силистра и Добрич, АК II) и тези от Черноморското крайбрежие (Варна и Бургас, АК райони III и IV) са силно уязвими към суша (Aleksandrov ed. 2011). През лятото най-югозападната част на страната (Сандански и Петрич, АК V), София (АК I) и Пловдив, Ямбол и Бургас (АК IV), Южна България, както и част от Северна България (Силистра, Каварна и Шабла – АК райони II и I) са най-уязвими към суша поради липсата на валежи (фиг. 5b) и високата изпарителна способност на атмосферата $ET^0_{July-Aug}$ (фиг. 6b, 6c). Статистическите и графични анализи на ET^0 за идентифицираните АК райони показват, че най-високите максимални стойности за $ET^0_{July-Aug}$ и най-ниските суми на валежите през лятото са присъщи за преходно-средиземноморския климат в АК район V (Сандански, фиг. 2i, 2j, 3b и 4b). През лятото най-ниските минимални, максимални и средни стойности на ET^0 са присъщи на условията на умерено-континенталния / Черноморския климат за АК райони: I (София, фиг. 2b), II (Силистра, фиг. 2d) и III (Варна и Лом, фиг. 2e). Най-високи стойности за ET^0 са установени за преходно-континенталния климат (Плевен и Пловдив, АК IV, фиг. 2h) и Средиземноморския климат (Сандански, АК V, фиг. 2j). Изведените надеждни зависимости 1:1 ($R^2 \geq 0,80$, $RMSE \leq 5,80$ mm/month; ъглов коефициент $b \geq 0,90$, фиг. 7) между редиците от средно-многогодишните месечни стойности на ET^0 за периодите 1951-2004г. и 1981-2010г. показват, че тези редици могат да характеризират с достатъчна точност настоящите климатични условия през юни, юли и август в идентифицираните АК райони.

B8. Popova, Z., Ivanova, M., Pereira, L.S., Alexandrov, V., Doneva, K., Martins, D. 2015. Droughts and climate change in Bulgaria: Assessing maize crop risk and irrigation requirements in relation to soil and climate region. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21 (No 1), 35-53. ISSN:1934-8932 quartile Q3, (SJR=0.25)

<https://www.scopus.com/pages/publications/84941365356>

Abstract

This study aims at assessing maize cropping risk due to observed trends for drought aggravation for the maize crop season which is associated with possible climate change trends relative to precipitation, temperature and reference evapotranspiration (ET_o) at selected weather stations in Bulgaria. Water balance and relative yield computations were performed with the model WinISAREG after its calibration and validation for maize at various locations of Bulgaria and using long-term experimental data. Rainfed maize is associated with a great yield variability ($29 < C_v < 72\%$) due to inter-annual and spatial climatic variability during the maize season. The largest yields variability were found for Sandanski and Plovdiv when a soil with low total available water ($TAW = 116 \text{ mm m}^{-1}$) is considered. The least variable yields are those for Sofia when $TAW = 180 \text{ mm m}^{-1}$. Basing upon economic considerations, relative yield decreases (RYD) were computed with the threshold of 60 and 48% of the potential maize productivity in Plovdiv and Sofia. Maize production is risky in 32% of years in Plovdiv when TAW is large, which is the double of risk in Sofia. If TAW is medium the risky years double and reach 50% of years in Varna. A relationship between the SPI-2 index computed for “July-Aug” with the

simulated RYD of rainfed maize was found. It is quite significant in Plovdiv where $R^2 > 91\%$ was found. Results are less good for Sandanski and Sofia ($73 < R^2 < 83\%$). Results indicate that when rainfed maize is grown on soils of large TAW, maize development is less affected by the water stress. Economical losses are produced when high peak season (July-Aug) SPI-2 is less than +0.2 in Sandanski, -0.50 in Plovdiv and -0.90 in Sofia. In North Bulgaria the respective SPI threshold ranges between -0.75 at Lom and -1.5 at Pleven. When irrigation is considered, a relationship was also found relating the net irrigation requirements (NIRs) with SPI-2 "July-Aug". Consequently, the corresponding economic thresholds relative to the yield losses were computed for all locations this allowed to estimate the NIR thresholds that may lead to favourable cropping returns. The derived reliable relationships and related SPI-2 thresholds relative to "July-Aug", under which soil moisture deficits lead to severe impact of drought on rainfed maize yield for the studied climate regions and soil groups were used for mapping the risk of rainfed maize yield decreases as a function of drought intensity, which combined with maps relative to NIR to overcome drought effects on maize production.

Резюме

Това проучване има за цел да оцени риска от отглеждане на царевица поради наблюдаваните тенденции за влошаване на сушата през сезона на отглеждане на царевица, което е свързано с възможни тенденции в изменението на климата по отношение на валежите, температурата и еталонната евапотранспирация (ЕТо) в избрани метеорологични станции в България. Изчисленията на водния баланс и относителния добив са извършени с модела WinISAREG след неговото калибриране и валидиране за царевица на различни места в България и с помощта на дългосрочни експериментални данни. Царевицата, отглеждана при неполивни условия, е свързана с голяма променливост на добива ($29 < C_v < 72\%$) поради междугодишната и пространствена климатична променливост през вегетацията и. Най-голямата променливост на добивите е установена за Сандански и Пловдив, когато се разглежда почва с нисък използваем воден запас ($TAW = 116 \text{ mm m}^{-1}$). Най-малко променливи са добивите в София, когато $TAW = 180 \text{ mm m}^{-1}$. Въз основа на икономически съображения, относителното намаление на добива (RYD) е изчислено с праг от 60 и 48% от потенциалната продуктивност на царевицата в Пловдив и София. Производството на царевица е рисковано в 32% от годините в Пловдив, когато TAW е голям, което е двойно по-висок риск от този в София. Ако TAW е среден, рисковите години се удвояват и достигат 50% от годините във Варна. Установена е връзка между индекса SPI-2, изчислен за „юли-август“, със симулирания RYD на непълвна царевица. Връзката е най-силна за Пловдив, където е установен $R^2 > 91\%$. Корелациите за Сандански и София са в диапазон $73 < R^2 < 83\%$.

Резултатите показват, че когато неполивната царевица се отглежда върху почви с голям TAW, развитието на царевицата е по-малко засегнато от водния стрес. Икономически загуби се генерират, когато през пиковия сезон (юли-август) SPI-2 е по-малък от +0,2 в Сандански, -0,50 в Пловдив и -0,90 в София. В Северна България съответният праг на SPI варира между -0,75 в Лом и -1,5 в Плевен. Когато се разглежда напояването, е установена и корелация между нетните нужди от напояване (NIR) и SPI-2 „юли-август“. Следователно, съответните икономически прагове спрямо загубите на добив бяха изчислени за всички местоположения, което позволи да се оценят праговете на NIR, които могат да доведат до благоприятна възвръщаемост на реколтата. Получените надеждни връзки и свързаните с тях

SPI-2 прагове спрямо „юли-август“, под които дефицитът на почвена влага води до силно въздействие на сушата върху добива на царевица, захранвана с дъждовна вода, за изследваните климатични региони и почвени групи, бяха използвани за картографиране на риска от намаляване на добива на неполивна царевица, като функция на интензитета на сушата, което се комбинира с карти, свързани с NIR, за преодоляване на ефектите от сушата върху производството на царевица.

B9. Popova, Z., Ivanova, M., Martins, D., Pereira, L. S., Doneva, K., Alexandrov, V., Kercheva, M. 2014. Vulnerability of Bulgarian agriculture to drought and climate variability with focus on rainfed maize systems. Nat Hazards. Volume: 74 Issue: 2 Pages: 865-886. DOI: 10.1007/s11069-014-1215-3, ISSN 15730840, quartile Q1, IF (1.96)

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000342910400031>

Abstract

Bulgarian agriculture is affected by droughts and, likely, by climate change. Thus, aiming at assessing its vulnerability, this study includes a general characterization of climate variability in eight selected locations, both in northern and southern Bulgaria. Trend tests were applied to monthly precipitation, maximum and minimum temperature and to the Standardized Precipitation Index with two-month time step (SPI-2) relative to the period of 1951–2004. Negative trends were identified for precipitation and SPI-2 at various locations, mainly in the Thracian Plain, indicating that dryness is likely to be increasing in Bulgaria. The vulnerability of rainfed maize systems to drought was studied using the previously calibrated WinISAREG model and the Stewart's yield model to compute both the relative yield decrease (RYD) due to water stress and the corresponding net irrigation required to overcome those losses. Results identified a strong relation between SPI-2 for July–August (SPI-2July–Aug) and RYD. Results also show that yield losses are higher when the soils have a smaller soil water holding capacity. For the various regions under study, thresholds for RYD were defined considering the related economic impacts and the influence of soil characteristics on the vulnerability of the rainfed maize systems. Finally, to support drought risk management, SPI-2July–Aug thresholds were developed to be used as indicators of the economic risk of rainfed maize for various climate regions and soil groups in Bulgaria.

Резюме

Българското земеделие е засегнато от сушите и от изменението на климата. С цел да се оцени неговата уязвимост, това проучване включва обща характеристика на климатичните промени в осем избрани района, както в Северна, така и в Южна България. Трендови тестове бяха приложени към месечните валежи, максималната и минималната температура и към Стандартизирания индекс на валежите с двумесечна времева стъпка (SPI-2) спрямо периода 1951–2004 г. Идентифицирани бяха отрицателни тенденции за валежите и SPI-2 на различни места, главно в Тракийската равнина, което показва, че засушливите периоди вероятно ще се увеличават в България. Уязвимостта на неполивната царевица към суша беше изследвана с помощта на предварително калибрирания модел WinISAREG и модела на добива на Стюарт, за да се изчисли както относителното намаление на добива (RYD) поради воден стрес, така и съответните нетни напоителни норми, необходими за преодоляване на тези загуби. Резултатите

идентифицираха силна връзка между SPI-2 за юли-август (SPI-2 юли-август) и RYD. Резултатите показват също, че загубите на добив са по-високи, когато почвите имат по-малък капацитет за задържане на вода в почвата. За различните изследвани региони бяха определени прагове за RYD, като се вземат предвид свързаните икономически въздействия и влиянието на почвените характеристики върху уязвимостта на неполивната царевица. Накрая, в подкрепа на управлението на риска от суша, бяха разработени прагове SPI-2 юли-август, които да се използват като индикатори за икономическия риск на неполивна царевица, за различни климатични региони и почвени групи в България.

В10. Попова З., Иванова, М., Перейра, Л. С., Донева, К., Александров, В., Александрова, П., Керчева М. 2011. Оценка на уязвимостта на земеделието към суша чрез симулационни модели. Селскостопанска наука, 44 (№6), 3-21, ISSN 1311-3534

Abstract

This study assesses the vulnerability of agriculture to drought in Bulgaria, which is to some extent representative for South East Europe (SEE), using the WINISAREG model and seasonal standard precipitation index SPI2 for the period 1951-2004. This model was previously validated for maize on soils of small, medium and large water holding capacity (*TAW*) in various locations. Simulations are performed for Plovdiv, Stara Zagora, Sandanski and Sofia. Results relative to Plovdiv show that in soils of large *TAW* (180 mm m^{-1}) net irrigation requirements (*NIRs*) range 0-40 mm in wet years and 350-380 mm in dry years. In soils of small *TAW* (116 mm m^{-1}), *NIRs* reach 440 mm in the very dry year. *NIRs* in Sofia are about 100 mm smaller than in Plovdiv while in Sandanski they are 30-110 mm larger. Considering an economical relative yield decrease (*RYD*) threshold of 60 and 48% of the potential maize productivity in Plovdiv and Sofia, 32% of years are risky when *TAW*= 180 mm m^{-1} in Plovdiv, that is double than in Sofia and half than in Sandanski. In Plovdiv region reliable soil specific relationships ($R^2 > 91\%$) were found for seasonal agricultural drought relating the SPI2 for "July-Aug" with the simulated *RYD* of rainfed maize while in Stara Zagora and Sandanski and Sofia the relationships were less accurate ($73 < R^2 < 83\%$). When rainfed maize is grown on soils of large *TAW* in South Bulgaria economical losses are produced when high peak season SPI2 $< +0.2$ in Sandanski, SPI2 < -0.50 in Plovdiv and Stara Zagora and SPI2 < -0.90 in Sofia. The corresponding NIR thresholds were identified. The derived reliable specific relationships and economical thresholds of high peak season SPI2 "July-Aug", under which soil moisture deficit in the studied regions and soil groups leads to severe drought impact on rainfed agriculture are to some extent representative of a wider area of South East Europe.

Резюме

Изследването позволи да се дефинират специфични прагови стойности на сезонния SPI2 „юли-август“ за разглежданите групи почви и климатични райони, под които дефицита на вода в почвата води до тежки икономически въздействия на сушата върху добивите от неполивна царевица. На почви с висок използваем воден способност ($173\text{-}180 \text{ mm m}^{-1}$) икономическите загуби са налице, ако сезонният SPI2 „юли-август“ $< +0.2$ за Сандански, SPI2 „юли-август“ < -0.5 за Пловдив и Стара Загора, SPI2 „юли-август“ < -0.9 за Софийско поле. Установените прагови стойности на напоителна норма през рисковите години са съответно 240, 230 и 190 mm. Изведените зависимости между сезонния SPI (2) и резултатите за въздействие на водния стрес върху добивите от неполивна царевица и

напоителната норма могат да бъдат използвани за изработване на карти за уязвимост на земеделието към суша през екстремно сухи, сухи и средни години и за идентифициране на застрашени от суша райони на територията на Южна България и Югоизточна Европа. Предлаганата методология не изисква детайлни входни данни, както по-сложните модели на системата „почва-растение-атмосфера”, и представлява една практична възможност за разработване на система за ранно предупреждение.

Група Г (показател 7). Статии и доклади, публикувани в научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация.

Г7-1. Gerasimova, I., Nenov, M., Petkova, Z., Nazarkov, M., & **Ivanova, M.** 2024. Effect of mineral fertilization and tillage system on the yield of wheat grown in four-field crop rotation. Bulgarian Journal of Crop Science, 61(6) 21-30 (Bg).
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20240563407>

Abstract

During the period 2020-2023 field experiments have been carried out -of soil type Leached Smolnitsa (Haplic Vertisol) in the experimental station of ISSAP “N. Poushkarov”, the town of Bozhurishte, Sofia region. The aim of this study is to identify the impact of two rates of nitrogen-phosphorus mineral fertilization, non-fertilizer variant and two soil tillage systems (plowing and disking) on the yield of wheat grown in a four-field crop rotation. The wheat was included in the structure of a four-field crop rotation: 1) maize, 2) wheat, 3) maize, wheat. It was established that the studied fertilizer rates, regardless of the soil tillage system, are essential for increasing yields of wheat, determining more than 78.73% of the data variation. Increasing the nitrogen and phosphorus fertilizer rate by about 20% at T2 norm compared to T1 (from 120 to 140 kg/ha for nitrogen and from 80 to 100 kg/ha for phosphorus) does not lead to significantly higher wheat yields. It was established that, on average over the study period, the applied lower rate of nitrogen and phosphorus fertilization T1 (N120P80) in wheat cultivation was more effective. The use of nitrogen-phosphorus mineral fertilization for both the soil tillage systems, contributes to more than twice the yields compared to those obtained from the non-fertilizer variants with a very well-proven statistical difference. Irrespective of the fertilization rate, no significant influence of the applied soil tillage systems (disking or plowing) on wheat yield was observed. The influence of the soil-climate conditions (rainfall and temperature conditions) during this period was also analyzed. It was established that they are a significant factor, which has a strong influence on the obtained high (good) yields of wheat cultivated in the field of Bozhurishte. Keywords: wheat; yield; crop rotation; mineral fertilization; soil tillage

Резюме

През периода 2020-2023г. е изведен полски опит на почвен тип Излужена смолница в опитна база на ИПАЗР „Н. Пушкарров”, гр. Божурище, Софийско. Целта на изследването е да се проследи влиянието на две норми на азотно-фосфорно минерално торене, вариант без торене, и две системи на обработка на почвата (оран и дискуване) върху добива от пшеница, отглеждана в четириполно сеитбообращение. Пшеницата е включена в структурата на четириполно сеитбообращение: 1) царевица, 2) пшеница, 3) царевица, 4) пшеница. Установено е, че изследваните торови норми независимо от системата за обработка на почвата, имат основно значение за увеличение на добивите от пшеница,

като определят 78,73% от варирането на данните. Повишаването на азотната и фосфорната торова норма с около 20% при норма T2 спрямо T1 (от 120 на 140 kg/ha за азота и от 80 на 100 kg/ha за фосфора) не води до съществено по-високи добиви при пшеницата. Установено е, че средно за периода на изследване, приложената по-ниска норма на торене с азот и фосфор T1(N120P80) при отглеждане на пшеница е по-ефективна. Използването на азотно-фосфорно минерално торене за двете системи на обработка, допринася за получаване на над два пъти по-високи добиви спрямо получените от неторените варианти с много добре доказана статистическа разлика. При двете използвани норми на торене не се отчита съществено влияние на вида на приложената обработка, която е извършена за пшеницата – дискуване или оран. Анализирани са и влиянието на почвено-климатичните условия (валежи и температурни условия) през този период. Установено е, че те са съществен фактор, оказващ несъмнено ценно влияние за получаване на високи (добри) добиви от пшеница в опита в Божурище.

Г7-2. Petrova-Branicheva, V., Pankov, V., **Ivanova, M.**, Rachova A. 2023. Effect of Irrigation Management at Pepper in Rhodic-Chromic Cambisols in Bulgaria. Journal of Balkan Ecology, 26(2), pp. 125-133. ISSN: 1311-0527 (print)
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20240329785>

Abstract

Experimental studies were conducted 2020-2021 with Kurtovska Kapia pepper grown on Rhodic-Chromic Cambisols of experimental field Chelopechene to the Institute, Sofia. The experiment was based on the block method in four replications, and the irrigation was performed by a drip irrigation installation. Peppers were grown at 100% (mulch and without mulch) and 50% irrigation rate using drip irrigation technology. A 60-years series of data on outdoor air temperature and precipitation for the period 1958-2021 were considered and availability is determined. In terms of air temperature, both the years 2020 and 2021 are characterized as very warm with probability of exceedance of 7.78 and 9.13 %. Regarding the precipitation, both years are very dry with probability of exceedance 95.67 (2020) and 94.07% (2021). In order to create optimal conditions for field pepper production, it is necessary to submit 19 pcs for 2020 and 14 pcs for 2021 irrigations with irrigation rates of 12 and 15 mm, respectively, in the optimal variant, and when using mulch 12 and 10 pieces with irrigation rate 9 and 9 mm.

Резюме

Експериментални изследвания са проведени през 2020-2021 г. с чушки, сорт Куртовска капия, отглеждани върху Канелено горска почва на експериментално поле Челопечене към ИПАЗР, София. Експериментът е базиран на блоков метод в четири повторения, а напояването е извършвано чрез капково напоителна инсталация. Чушките са отглеждани при 100% (с мулч и без мулч) и 50% поливна норма, използвайки технология за капково напояване. Разгледани са 60-годишни данни за температурата на въздух и валежите за периода 1958-2021 г. за характеризиране на експерименталните години. По отношение на температурата на въздуха, както 2020, така и 2021 г. се характеризират като много топли с обезпеченост от 7,78% и 9,13%. По отношение на валежите, и двете години са много сухи с обезпеченост 95,67% (2020 г.) и 94,07% (2021 г.). За да се създадат оптимални условия за производство на полски пипер, е необходимо да се подадат 19 броя

за 2020 г. и 14 броя за 2021 г. поливки с поливни норми съответно 12 и 15 mm при оптималния вариант, а при използване на мулч 12 и 10 броя с поливна норма 9 и 9 mm.

Г7-3. Gerasimova, I., **Ivanova, M.**, Nenov, M., Petkova, Z., & Nazarkov, M. 2022. Changes in some physical parameters of Haplic Vertisol in two-years crop rotation, under the influence of agrotechnical factors. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 56(3), 40-50.

<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20220456668>

Abstract

Physical parameters of the soil is essential for the development of the reproductive potential of agricultural crops.

The aim of presented experiments was to monitor the changes in some main physical soil parameters of Haplic Vertisol from the Sofia region as a result of factors from the crops agrotechnical complex (soil tillage and mineral fertilization) during the two-field crop rotation (maize-triticale/wheat) under non-irrigation conditions. The influence of two factors from the general agrotechnical complex - variants of soil tillage with different intensity and norms of mineral fertilization with three levels were studied. Their influence on the dynamics of soil moisture and soil bulk density during the vegetation of the crops was investigated.

From the field experiments for the period 2020-2021, it was establish, that the agrotechnical measures, that are the subject of the study, have a positive impact on the physical parameters. More significant is the dependence on the type of soil tillage systems. The soil moisture values for the 10-20 cm layer, where the main treatment for maize is loosening at 40-45 cm, are higher than those reported in the variants with plowing at 22-25 cm. After harvesting the maize, the lowest soil bulk density values were found in the surface horizons (from 0.91 g/cm³ to 0.99 g/cm³). With a decrease in soil moisture in the depth of the soil layer, an increase to 1.32 g/cm³ is reported. After harvesting the cereal crops, the reported values in the investigated variants are in the range from 1.46 g/cm³ to 1.67 g/cm³, without being influenced by soil tillage and other agrotechnical measures.

Резюме

Физичните свойства на почвата имат съществено значение за развитието на репродуктивния потенциал на земеделските култури. Изследването има за цел да проследи промените в някои основни физични почвени параметри на Излужена смолница от Софийския регион в резултат на фактори от агротехнически комплекс (обработка на почвата и минерално торене) в двуполно сеитбообращение (царевица-тритикале/пшеница) при неполивни условия. Проучено е влиянието на два фактора от общия агротехнически комплекс - варианти на обработка на почвата с различна интензивност и норми на минерално торене с три нива. Изследвано е влиянието им върху динамиката на влагата и обемната плътност през вегетацията на културите. От полските изследвания за периода 2020-2021 г се установи, че агротехническите мероприятия, които са обект на проучване оказват положително въздействие върху физичните свойства. По-съществена е зависимостта от вида на системата за обработка на почвата. Стойностите на влагата за слоя 10-20 cm, при който основната обработка за царевицата е разрохкване на 40-45 cm, са по-високи в сравнение с отчетените във вариантите с оран на 22-25 cm. След прибиране на царевицата най-ниски стойности на обемната плътност са установени в повърхностните хоризонти (от 0,91 g/cm³ до 0,99 g/cm³). С намаляване на

влагата по дълбочина на почвения слой се отчита увеличение до 1,32 g/cm³. След прибиране на житните култури отчетените стойности в изследваните варианти са в диапазона от 1,46 g/cm³ до 1,67 g/cm³ без да се влияят от обработката и другите агротехнически мероприятия.

Г7-4. Petrova-Branicheva, V., **Ivanova, M.** 2022. Влияние на различните поливни режими и минерално торене върху добива на детерминантен сорт домати „Николина” F1 в Република България. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans. Том 5, стр. 506-511. ISSN 1311-0489

<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20230040452>

Abstract

Field experiments were conducted in 2020-2021 with a medium-early sort of tomato Nikolina F1 grown on Cinnamon Forest soils (Chromic Luvisols, FAO) in the Sofia experimental field of the Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Poushkarov”. Different irrigation and fertilization regimes were applied to the determinant tomato Nikolina F1, grown in an open field. In the experiment, two levels of irrigation scheduling and three fertilization regimes were performed with four replications. The vegetable crops were irrigated using drip irrigation 507 technology, and fertilizers were applied using an injector with the drip irrigation system. The factors were evaluated in the study were 100% and 50% irrigation rate and increasing mineral fertilization rates: N15P8K15; N20P12K20 and N25P16K25. In the control treatments, 100% irrigation rate and 50% irrigation without fertilization were applied. The total yield at 100% irrigation rate was 17% higher than the yield of plants subjected to reduced irrigation. The results show that the yield in the treatments with the application of the highest fertilizer rate N25P16K25 is the highest in both full and deficit irrigation (66.01 and 54.77 t. ha⁻¹).

Резюме

През 2020-2021г. са проведени полски опити със средно ранен сорт домати Николина F1, отглеждани на канелено горска почва (Chromic Luvisols, FAO) в Софийското опитно поле на Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкарров“. Приложени са различни режими на напояване и торене с конвенционални торове. В експеримента са приложени две норми на напояване и три режима на торене с четири повторения. Зеленчуковите култури са напоявани с технология за капково напояване, а торовете са внасяни с помощта на инжектор със системата за капково напояване. Факторите, оценени в проучването, са 100% и 50% норма на напояване и увеличаващи се нива на минерално торене: N15P8K15; N20P12K20 и N25P16K25. При контролните третираня са приложени 100% поливна норма и 50% напояване без торене. Общият добив при 100% напоителна норма е по-висок със 17% от добива на растения, подложени на редуцирано напояване. Резултатите показват, че добивите при вариантите с торова норма N25P16K25 е най-висок както при пълно, така и при дефицитно напояване (66.01 и 54.77 t. ha⁻¹).

Г7-5. Sadovski, A., & **Ivanova, M.** 2021. Method of estimation of pre-sowing soil moisture of winter wheat and suitable planting dates. Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 55(2),49-57
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20210351985>

Abstract

The pre-sowing soil moisture is a determining factor at the beginning of the growing season for winter wheat. The publication describes a method for its estimation based on meteorological and soil-physical information. The application of the method is illustrated with data from different locations and soils in the country. Also are investigated planting dates of winter wheat grown on the territory of selected USA states, which have similar homoclimates with Bulgaria. A simple solution approach was applied for the determination of suitable planting dates by solving a general fuzzy system of linear equations with mixed fuzzy crisp explanatory variables and fuzzy unknown variable vectors.

Резюме

Предсеитбената влажност на почвата е определящ фактор в началото на вегетационния период за зимната пшеница. Публикацията описва метод за нейната оценка, базиран на метеорологична и почвено-физична информация. Приложението на метода е илюстрирано с данни от различни места и почви в страната. Изследвани са и датите на засаждане на зимна пшеница, отглеждана на територията на избрани щати на САЩ, които имат сходен хомоклимат с България. Приложен е опростен подход за определяне на подходящи дати на засаждане чрез решаване на обща размита система от линейни уравнения със смесени размити, ясни обяснителни променливи и размити вектори на неизвестни променливи.

Г7-6. Sadovski, A., **Ivanova, M.** 2020. Regionalization of climate and crop yields on the example of Bulgaria. International Journal of BioSciences, Agriculture and Technology (IJBSAT), 11(3):19-30; ISSN: 0975 – 4539
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20210022332>

Abstract

The objectives of the present article are to use the last developments in climate classification to make regionalization of climate in Bulgaria and to contribute to the agricultural economics of the country by linking the yields of basic agricultural crops with the climate classification. The geographical area covers between 22 and 29 degrees East longitude and 41 and 44.5 degrees North latitude. Materials are monthly climatic data -mean temperature and precipitation for selected Bulgarian locations and survey yields of four crops -winter wheat, barley, maize, and sunflower. The study is based on the extraction of the new and improved Köppen-Geiger climate classification map for the present . Extensive use of Geographic Information Systems (GIS) and advanced statistical methods and software allows obtaining reliable results and their appropriate interpretation. Regression equations present the dependent variable yield of crops as a function of Köppen classes. The study provides guidance on the ecological zoning of agricultural crops. The tables and figures included illustrating the findings of the study. Results are related to the territory of Bulgaria, but the approach is applicable everywhere in the world.

Резюме

Целите на настоящата статия са да се използват последните развития в климатичната класификация, за да се направи регионализация на климата в България и да се допринесе за аграрната икономика на страната чрез свързване на добивите от основни земеделски култури с климатичната класификация. Географският район обхваща между 22 и 29 градуса източна дължина и 41 и 44,5 градуса северна ширина. Материалите са месечни климатични данни - средна температура и валежи за избрани места в България и данни от проучвания на добивите от четири култури - зимна пшеница, ечемик, царевица и слънчоглед. Изследването се основава на извличането на новата и подобрена карта за климатична класификация на Кьопен-Гайгер за настоящето (1980–2016 г.). Широкото използване на географски информационни системи (ГИС) и усъвършенствани статистически методи и софтуер позволява получаването на надеждни резултати и тяхното подходящо тълкуване. Регресионните уравнения представят зависимата променлива добив на културите като функция на класовете на Кьопен. Изследването предоставя насоки за екологичното зонироване на земеделските култури. Включените таблици и фигури илюстрират резултатите от изследването. Резултатите са свързани с територията на България, но подходът е приложим навсякъде по света.

Г7-7. Popova, Z., Ivanova M. 2017. Drought Intensity-Crop Evapotranspiration” relationships under maize relative to climate regions and soil groups in North Bulgaria *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 20 (4), 361-376 ISSN 1311-0489 (Print) ISSN 2367-8364 (Online)

<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20183016991>

Abstract

Drought is a natural disaster that results in significant hazards for agriculture and environment. Rainfed maize development, water requirements for evapotranspiration ET-dry and water balance in “soil-crop-atmosphere” system depends mainly upon the amount and distribution of precipitation during the periods of intensive maize development “July-Aug” and “June-Aug”. The objective of present study was to search for reliable relationships between the Standardized Precipitation Index of seasonal dryness SPI2, on one hand, and Rainfed Maize Evapotranspiration totals ET-dry during „July-Aug”, „June-Aug” and „May-Sept” periods, on the other, under Moderately Continental (Pleven) and North-Black Sea (Varna) climate. Soil groups of large (180 mm m^{-1}), average (157 mm m^{-1}) and small (116 mm m^{-1}) total available soil water were considered. Daily (mm day^{-1}) and Seasonal ETa-dry (mm) were computed by applying previously validated water balance and irrigation scheduling simulation WINISAREG model. When drought intensity was characterized by the index SPI2 “June-Aug”, the linear relationships relating it to ETa-dry were highly reliable having coefficients of determination within the range $0.86 < R^2 < 0.96$. If SPI2 “July-Aug” was averaged for July and August, the coefficients were still generally high ($0.78 < R^2 < 0.89$). Results indicate that a large fraction of the ETa-dry interseasonal variation was explained by the SPI2 “July-Aug” and SPI2 “June-Aug” or by the dryness conditions during the maize peak demand periods. Thus, it was concluded that both SPI2 “July-Aug” and SPI2 “June-Aug” indexes could be used as an indicator of drought intensity impact on rainfed maize water demands for evapotranspiration.

Резюме

Засушаването е природно бедствие, което причинява значителни щети на земеделието и околната среда. У нас развитието и евапотранспирацията ET_{a-dry} на неполивната царевица зависят основно от количеството и разпределението на валежите през периодите „Юли-Август”/„Юни-Август”. Целта на изследването е да установи достатъчно точни зависимости между стандартизирания валежен индекс за сезонно засушаване SPI2 и сумарната евапотранспирация ET_{a-dry} за периодите „Юли-Август”, „Юни-Август” и „Май-Септември” при условията на Умерено-Континентален (Плевен) и Северно-Черноморски (Варна) климат. Разгледани са групи почви с висок (180 mm m^{-1}), среден (157 mm m^{-1}) и нисък (116 mm m^{-1}) използваем воден запас. За изчисляване на среднодневната (mm day^{-1}) и сумарната сезонна (mm) евапотранспирация ET_{a-dry} е приложен валидирания симулационен модел за баланс на водата и поливния режим WinISAREG. Установено е, че когато интензивността на засушаване е характеризирана чрез индекса SPI2 осреднен за месеците Юни - Август, връзките „интензивност на засушаване SPI2July-Aug – евапотранспирация ET_{a-dry} са с най-висока степен на достоверност при коефициент на детерминация в граници $0.86 < R^2 < 0.96$. Коефициентът R^2 е незначително по-нисък, когато SPI2 е осреднен за месеците Юли-Август ($0.78 < R^2 < 0.89$). Високият R^2 на установените линейни зависимости между SPI2 и евапотранспирацията ET_{a-dry} показва, че основната част от колебанията на ET_{a-dry} през годините се характеризира чрез индекса на сезонно засушаване SPI2 през най-чувствителните към воден стрес периоди от развитието на царевицата. Следователно индексите SPI2July-Aug и SPI2June-Aug могат да бъдат използвани като индикатор за степента на въздействие на засушаването върху нуждите на неполивната царевица от вода за евапотранспирация в Северна България.

Г7-8. Иванова М., Попова, З. 2014. Влияние на климата и почвата върху добивите от неполивна царевица и напоителните норми в Софийско поле. сп.Водно Дело, София, кн.5/6, стр.25-33; ISSN 0861-3036 (print), 2603-4786 (online)

Abstract

This study assesses the impact of climate uncertainties and soil characteristics on rainfed maize yield and net irrigation requirements (NIRs) in one of the coolest and wettest agricultural regions in this country, Sofia field, using validated WINISAREG model and standardised precipitation index SPI for the period 1952-2004. Considering an economical relative yield decrease RYD threshold of 48% of the potential maize productivity in Sofia field, it is found that 21 % of the years are risky when soil TAW is large (180 mm m^{-1}). When TAW is medium ($136\text{-}157 \text{ mm m}^{-1}$) the risky years are double while if it is small (116 mm m^{-1}) they reach 50 %. Specific relationships between the simulation results of water stress impact on rainfed maize RYD and the standardised precipitation SPI2 July-Aug index shows that rainfed maize is less affected by drought when it is grown on soils of large water holding capacity. In that case, Sofia field, economical losses are produced in “mild drought” high peak seasons, when SPI2July-Aug is less than -0.90. On soils of medium and small TAW economical risk happens if SPI2July-Aug is less than -0.25 and 0.00 respectively, i.e. in “normal” high peak seasons. Corresponding NIRs thresholds to cope with drought consequences, namely 192 and 174 mm for soils of small and large TAW, are identified.

Резюме

Това проучване оценява влиянието на климатичните промени и характеристиките на почвата върху добива на неполивна царевица, и нетните напоителни норми (NIR) в един от най-хладните и влажни земеделски райони в страната, Софийско поле, използвайки валидиран WINISAREG модел и стандартизиран индекс на валежите SPI за периода 1952-2004 г. Като се има предвид прагът на икономическо относително намаление на добива RYD от 48% от потенциалната продуктивност на царевицата в Софийско поле, се установява, че 21% от годините са рискови, когато водозадържащия капацитет на почвата TAW е голям (180 mm m^{-1}). Когато TAW е среден ($136\text{-}157 \text{ mm m}^{-1}$), рисковите години са двойно повече, докато ако TAW е малък (116 mm m^{-1}), те достигат 50%. Специфичните връзки между резултатите от симулацията на въздействието на водния стрес върху RYD от неполивна царевица и стандартизирания индекс на валежите SPI2 за юли-август показват, че неполивната царевица, е по-малко засегната от сушата, когато се отглежда върху почви с голям капацитет за задържане на вода. В този случай, в Софийското поле, икономическите загуби се генерират във високи пикови сезони на „умерена суша“, когато SPI2Юли-Август е по-малък от -0,90. При почви със среден и малък TAW икономическият риск възниква, ако SPI2Юли-Август е по-малък от -0,25 и 0,00 съответно, т.е. в „нормално“ сухи сезони. Идентифицирани са съответните прагове на NIR за справяне с последиците от сушата, а именно 192 и 174 mm за почви с малък и голям TAW.

Група Г (показател 8). Статии и доклади, публикувани в нереферирани списания с научно рецензиране или публикувани в редакционни колективни томовете.

Г8-9. Popova, Z., Kogan, F., Young, W., Singh, R., **Ivanova M.** 2022. Validation of soil water content and evapotranspiration under maize in Sofia field using lysimeter data, CERES model and vegetation indices. Сборник с доклади от научен форум с международно участие “ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ–ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ”, Том 3, 193-204; ISSN 2683-0663 (on-line)

https://www.issapp-pushkarov.org/sites/default/files/pictures/ecology_and_agrotechnologies_vol_3.pdf

Abstract

In the context of climate change and increasing pressure on required water in agriculture, a detailed analysis has been carried out using ground and satellite data and „a three year” model results to forecast soil water content and crop water requirements for evapotranspiration (ET) and irrigation (IR) relative to maize crops. Using satellite data, based Vegetation health indices (VHI) have been computed. The following tasks have been considered:

- a) Finding whether experimentally retrieved Soil Water in the root zone PESW ($\text{mm}/1.30\text{m}$) and Soil Water SW content of genetic layers (% v.) produce a good correlation with the VHIs during the critical periods of maize development;
- b) Investigating whether on such basis the VH indices, in addition to the simulation results of the validated CERES-NC-maize model application, could be used as indicators of actual crop water requirements for evapotranspiration ET_{crop} on a daily and cumulative basis;

- c) Building statistical models, where VH indices could serve as independent reliable variables (predictors) of PESW (mm/1.30m) and SW (% v.), as well as also exploring their performance as predictors of crop water requirements for ET_{crop} and IR irrigation.

Резюме

В контекста на промените на климата и усилващия се натиск върху необходимостта от вода в земеделието е проведен детайлен анализ при използване на наземни и сателитни данни и резултати от приложението на валидирания симулационен модел CERES-NC-maize през периода 1997-1999г (в продължение на 3-4 години) с цел прогнозиране на потенциалното съдържание на вода в почвата (PESW, mm) и необходимостта на царевичата от вода за евапотранспирация (ET, mm) и напояване (IR, mm). На основата на сателитните данни, бяха изчислени основните индекси на вегетационно здраве (VCI, TCI и VHI). Формулирани са следните задачи:

a) Установяване дали експериментално получените стойности на потенциала на изчерпване на вода в коренообитаемата зона PESW (mm/1.30m) и по генетичните хоризонти на почвата SW (% v.) показват висока степен на корелация с индексите за вегетационно здраве VCI, TCI и VHIs по време на критичните периоди от развитие на царевичата.

b) Изследване дали на тази основа индексите за вегетационно здраве (VCI, TCI и VHI), в допълнение към резултатите от симулациите чрез приложение на валидирания симулационен модел CERES-NC-maize (Gabriel et al., 1995; 1996; Popova, Kercheva 2004; 2005a; 2005b; Попова, 2008.....), биха могли да се използват като индикатор за действителните нужди на царевичата от вода за евапотранспирация ET_{crop}, mm day⁻¹ на основата на ежедневни и кумулативни бази от данни.

c) Приложение на статистически модели, при които индексите за вегетационно здраве VCI, TCI и VHI могат да послужат за независими променливи (предиктори) на Потенциално използваемата вода в коренообитаемата зона PESW (mm/1.30m) и по генетичните хоризонти на почвата SW (% v.), а също така и за изследване на съответните показатели, както на евапотранспирация на растението ET_{crop}, така и на необходимостта от напояване IR.

Г8-10. Sadovski, A., **Ivanova, M.** 2021. Homoclimate of Iceland's meteorological stations and homoclimate of some northern countries. Arctic Environmental Research 21(1):8 – 17, DOI: 10.37482/2541-8416.2021.21.1.8; ISSN 2658-7173 (online), ISSN 2541-8416 (print)

[\(PDF\) Homoclimate of Iceland's meteorological stations and homoclimate of some northern countries](#)

Abstract

In many fields including agroclimatology, pedology, plant introduction, environmental health and agricultural transfer, detection of areas of similar climate is of significant interest. Numerical methods including cluster analysis, similarity measures, and other techniques were used to compare climatic data from Islandian meteorological stations to classify them according to similar homoclimate. Using Euclidean distance and City-block (Manhattan) distance, data from Iceland, Finland, Sweden, Norway, and Alaska state of the USA were analyzed to reveal homoclimate. One of the conclusions from the study is that Iceland has a

similar climate to Alaska and Norway. Climate change is already affecting agriculture, with effects unevenly distributed across the world. These changes will undoubtedly lead to a reconsideration of the question of allocation of appropriate agricultural crops to given areas and evaluation of bioclimatic resources in territories with similar climate. Results from this study are related to the territory of Iceland, but the approach to classify meteorological stations according to similar homoclimate and reveal homoclimate in selected territories is applicable everywhere in the world.

Резюме

В много области, включително агроклиматологията, педологията, представянето на растенията, екологичната здраве и трансфера на селскостопански продукти, откриването на райони с подобен климат е от значителен интерес. За сравняване на климатичните данни от исландските метеорологични станции и за класифицирането им въз основа на сходен хомоклимат бяха приложени числени методи, включващи клъстерен анализ, мерки за сходство и други техники. С цел установяване на климатични аналози (хомоклимати) бяха анализирани данни за Исландия, Финландия, Швеция, Норвегия и американския щат Аляска чрез прилагане на Евклидово разстояние и Манхатънско разстояние (City-block). Едно от заключенията от изследването е, че Исландия има подобен климат на Аляска и Норвегия. Изменението на климата вече засяга селското стопанство, като ефектите са неравномерно разпределени по целия свят. Тези промени несъмнено ще доведат до преразглеждане на въпроса за разпределението на подходящи земеделски култури в дадени райони и оценка на биоклиматичните ресурси в територии с подобен климат. Резултатите от това изследване са свързани с територията на Исландия, но подходът за класифициране на метеорологичните станции според подобен хомоклимат и разкриване на хомоклимат в избрани територии е приложим навсякъде по света.

Г8-11. Иванова, М., Садовски, А. 2020. Опит за оценка на добива от царевица с температури и валежи през вегетационния период. Екологично инженерство и опазване на околната среда, No 3, 2020, с. 54-62; ISSN 1311–8668; eISSN 2367–8429

[Екологично инженерство и опазване на околната среда](https://ecoleng.org/Sadarjanie3.2020.html#8)

<https://ecoleng.org/Sadarjanie3.2020.html#8>

Abstract

The estimation of yields today is possible through many methods and models. In our study, we experimented on whether yields could only be assessed by the climatic characteristics of average monthly temperature and precipitations during the growing season. Many scientific papers look at changes in average yields, while there is a growing interest in yield variability due to extreme conditions. Using the fully fuzzy linear regression (FFLR) method, significant correlations were found in temperatures between April - August (T4 - T8) and June - July (T6 - T7), while no significant correlations were found in precipitation between April - September. The selected temperature and precipitation indicators can be considered almost independent in the regression analysis of maize yield. As a result of the application of the method for self-organization of models, two empirical regression equations with coefficients and statistical characteristics are obtained. Comparing the two models for estimating maize yield, it was found that Model 1 of the first empirical regression equations better described the actual yields. The two models are compared using the Akaike Information Criterion (AIC). A t-test was used to

compare the mean maize yields and the results obtained from the center of the fuzzy regression solution. The results confirm the possibilities for using the method of completely fuzzy linear regression in the estimates of the yields response depending on the temperatures and precipitations during the vegetation period.

Резюме

Оценката на добивите днес е възможна чрез редица методи и модели. В нашето проучване експериментирахме дали добивите могат да бъдат оценени само по климатичните характеристики на средномесечните стойности на температурата и валежите през вегетационния сезон. Много научни трудове разглеждат промените в средните добиви, докато има нарастващ интерес към вариабилността на добива поради екстремни условия. Използвайки метода на напълно размита линейна регресия (FFLR), бяха открити значителни корелации при температурите между месеците април - август ($T_4 - T_8$) и юни - юли ($T_6 - T_7$), докато при валежите за периода април - септември не бяха открити такива. Избраните показатели за температура и валежи могат да се считат за почти независими при регресионния анализ на добива на царевица. В резултат на прилагането на метода за самоорганизация на модели са получени две емпирични уравнения за регресия с коефициенти и статистически характеристики. Сравнявайки двата модела за оценка на добива на царевица, беше установено, че Модел 1 на първите емпирични уравнения за регресия описва по-добре действителните добиви. Двата модела се сравняват с помощта на информационния критерий на Akaike (AIC). Използва се t-тест за сравняване на средните добиви от царевица и резултатите, получени от центъра на размитата регресия. Резултатите потвърждават възможностите за използване на метода на напълно размита линейна регресия в оценките на влиянието върху добивите в зависимост от температурите и валежите през вегетационния период.

Г8-12. Цанов, Е., Иванова, М., Филков, П. 2020. Използване на дъждовни води за напояване на дворни места на територията на град София. ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY SOFIA, Том 53p, бр. 1, стр. 173-184; ISSN 1310-814X – print; ISSN 2534-9759 – online
https://annual.uacg.bg/article/2020_53_1_16

Abstract

The collection and accumulation of rainwater for landscape irrigation of courtyards is feasible alternative to drinking water use from urban distribution network. A balance of necessary and available water during the irrigation season (April – September) is done for the region of Sofia City at various shares of the density of construction. The saved annual expenses for landscape irrigation are estimated on the basis of the usable rainwater amounts at different water price rates and area of the property.

Резюме

Улавянето и акумулирането на дъждовни води за напояване на зелени площи в частни имоти е алтернатива на използването на питейни води от селищната водопроводна система. За района на гр. София е извършен баланс на необходимите и налични водни

обеми в рамките на поливния сезон (април-септември) при различна плътност на застрояване на имота. Въз основа на получените използвани обеми дъждовни води са определени спестените разходи за напояване за една година при различна цена на водата и площ на имотите.

Г8-13. Попова З., Иванова, М. 2017. Поливни режими при миналия и настоящ климат в района на Плевен. Българското списание по метеорология и хидрология (Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology (BJMH)), 22 (5), 90-111; ISSN 0861-0762 (print) ISSN 2535-0595 (online)

http://global-change.meteo.bg/files/2017/BJMH_2017_vol_22_5/Final_05_2017.pdf

Abstract

Pleven agricultural region, the Danube plain, is affected by climate variability and increasing dryness. Detected climate change in May-September season creates uncertainties for maize irrigation scheduling and harvested yield. To cope with them, simulations have been performed for past (1951-1984) and present (1951-2004) weather conditions using the validated irrigation scheduling simulation WinISAREG model for two maize hybrids, the semi-early Pioneer P37-37 and the late H708, both grown on a Degraded chernozem soil of large Total Available Water ($TAW=168 \text{ mm m}^{-1}$) at Gorni Dabnik experimental field. The study compares several irrigation scheduling alternatives: (1) consists of refilling the soil reservoir by adopting a management-allowed depletion fraction (MAD) 0.47 TAW and 90 mm application depth both tuned to results of measurements under continuous furrow irrigation; (2) consists of refilling the soil reservoir by adopting $MAD=0.31$ and 60 mm application depth relative to surge furrow irrigation of improved distribution uniformity and reduced application depth or sprinkler irrigation; alternative (3) aims at better storage of seasonal precipitation by partially refilling soil reservoir adopting $MAD=0.47$ with 60 mm application depth; alternative (4) refers to the option of crop without irrigation. These alternatives are built in agreement with past studies to develop environmentally sound irrigation practices that avoid soil cracking, high non-uniformity of water distribution, water and yield losses. According to the regional irrigation practice and previous studies (Zahariev et al, 1986), the last allowed irrigation date is 31/07 for high and moderate demand years while it is 10/08 for the dry year having probability of exceedance $P_1=10\%$. These conditions are considered for all irrigation scheduling studies in addition to a free definition of irrigation timing aiming at water saving while avoiding yield losses. Simulations relative to past weather conditions show that when aiming at maximum yield in the dry years (1965, $P_1=8\%$) irrigation scheduling alternatives 1, 2 and 3 lead to different irrigation demands (ID) of 270, 300 and 240 mm. The results over a whole period using full required daily climate dataset show that the respective irrigation thresholds and application depths produce demands that are also different among them (Fig.8a). The ID relative to Alternative 2 is the highest among the three alternatives and is often larger than net irrigation requirements (NIR). Alternatives 1 and 3 allowing a larger depletion lead to water saving of about 60 to 90 mm when compared with alternative 2. These results are compared to irrigation scheduling presently advised in the region and show that it covers crop requirements and irrigation timing computed with alternative 2. Adaptation to drought in the dry year ($P_1=8\%$) representing the present weather consists only of precise irrigation timing due to the fact that Available Soil Water (ASW) and precipitation are very efficiently used. In the average demand year of the past weather (1972, $P_1=50\%$) all three studied irrigation scheduling alternatives produce equal ID of 180mm while in the average year of present weather (1982, $P_1=48\%$) an additional irrigation event could be required with alternative 2. Contrarily to the average 1972, in 1982 available soil water at the end of the season is depleted to the optimum yield threshold (OYT).

Резюме

Районът на Плевен в Дунавската равнина е засегнат от нарастващата интензивност на колебания и засушаване при настоящия климат. Установените климатични промени през периода “Май-Септември” създават несигурност по отношение на поливните режими и добивите от царевица. За справяне с проблема са осъществени симулации чрез приложение на валидирания модел на поливния режим и въздействието на водния стрес върху добивите WinISAREG за два хибрида царевица, средно-ран Пионер Р37-37 и късен Н708, отглеждани на Излужен Чернозем с висок използваем воден запас на почвата ($TAW=168 \text{ mm m}^{-1}$) в Опитно поле Горни Дъбник при условията на миналия (1951-1984г) и настоящ (1951-2004г) климат. Изследването сравнява няколко варианта на поливен режим: (1) се състои от допълване на почвения резервоар чрез приемане на степен на изчерпване на използваемия воден запас (MAD) 0.47 TAW и на поливна норма 90 mm, измерени при оптимално напояване с непрекъснати струи по бразди; (2) се състои от допълване на почвения резервоар чрез приемане на MAD = 0.31 и поливна норма от 60 mm, адаптирани към технологиите дъждуване и импулсно напояване по бразди с подобрена равномерност на разпределение & редуциране на поливната норма; алтернатива (3) цели по-доброто използване на сезонните валежи чрез частично допълване на почвения резервоар, приемайки MAD = 0.47 и 60 mm поливна норма; алтернатива (4) се отнася до възможността за отглеждане на неполивна царевица. Изследваните алтернативи са построени на основата на изследвания, целящи разработването на екологосъобразни практики на напояване, при които се избягва напукване на почвата, неравномерно разпределение на поливната вода и загуби на вода, тор и добив. Съгласно местните традиции и предишни изследвания (Захариев и др., 1986), последната поливка се планира до 31/07 през средните и средно сухите години и до 10/08 за сухите с обезпеченост на напоителната норма $P_1 = 10\%$. При настоящото изследване тези условия са приети в допълнение на възможността за свободно определяне на датите за подаване на поливките с цел пестене на вода и избягване на загуби на добив. Симулациите за условията на миналия климат показват, че когато се цели получаването на максимален добив през сухите години (1965, $P_1 = 8\%$) вариантите на поливен режим 1, 2 и 3 водят до различни напоителни норми (ID) от 270, 300 и 240 mm. Резултатите, получени за изследвания период при използване на всички необходими ежедневни данни за климата показват, че прилагането на съответните прагове за планиране на поливките и поливните норми водят до напоителни норми, които са също различни (Fig. 8a). При вариант 2 нормите ID са най-високи и често надвишават нетната напоителна норма (NIR). Вариантите 1 и 3, които позволяват по-висока степен на изчерпване на почвения резервоар MAD, водят до икономии на вода от 60 до 90 mm в сравнение с вариант 2. Получените резултати са сравнени и с традиционните за района поливни режими, и показват че последните покриват изчислената потребност за напояване, отговаряща на вариант 2. Поради факта, че през сухите години ($P_1 = 8\%$) на настоящия климат използваемият воден запас на почвата (TAW) и валежите са използват по-ефективно, адаптацията към засушаване се състои само от точно определяне на датите за поливане. През годините със средна необходимост от напояване за миналия климат (1972г, $P_1 = 50\%$) трите изследвани варианта на поливен режим водят до равни напоителни норми ID = 180mm, докато през средната от настоящия (1982г, $P_1 = 48\%$) е необходима допълнителна поливка при вариант 2. Обратно на средната 1972г, през 1982г

използваемият воден запас на почвата в края на сезона е изчерпан до прага на оптималния добив (OYT).

Г8-14. Popova Z., Ivanova M. 2016. Irrigation scheduling under changing Northern Black Sea climate. Int. Sci. J. "Mechanization in agriculture & Conserving of the resources", Year LXII Issue 4, 2016: 26-29, ISSN 2603-3704 (Print), ISSN 2603-3712 (Online)
<https://stumejournals.com/journals/am/2016/4/26>

Abstract

The region of Varna proved to be a driest in terms of precipitation in this country. Trend test applied to climate datasets revealed a significant increase for seasonal reference evapotranspiration ETo during 1970-2004. Detected climate variability & droughts create uncertainties for maize irrigation scheduling and harvested yield. To cope with them, simulations have been performed for past (1951- 1984) and present (1951-2004) weather conditions using the validated water balance WinISAREG simulation model for two maize hybrids of different sensitivity to water stress grown on a Haplic Chernozem soil of medium water holding capacity. The study compares three irrigation scheduling alternatives built in agreement with past studies to develop environmentally sound/water saving irrigation technologies that consist of refilling the soil reservoir by adopting a management-allowed depletion fraction (MAD): (1) MAD=0.50; (2) MAD=0.33; (3) MAD=0.50 but partially refilling the soil reservoir. Simulations relative to the very high irrigation demand year of the current weather show that when aiming at maximum yield all three scheduling alternatives require the same irrigation depths ID=360mm that is 60 mm higher than conventional advised in the region. In the average demand years of past and current weather, Alternative 1 requires the same ID=270mm while a smaller ID=240mm is simulated with both alternatives 2 and 3 due to the fact that available soil water ASW is presently depleted to the optimum yield threshold OYT at harvest.

Резюме

Варненски регион се оказва най-сухият по отношение на валежите в страната. Тестът за тенденция, приложен към климатични данни, разкри значително увеличение на сезонната еталонна евапотранспирация ETo през периода 1970-2004 г. Установената климатична променливост и засушаване създават несигурности за поливния режим на царевицата и добива. За да се справят с тях, бяха проведени симулации за минали (1951-1984 г.) и настоящи (1951-2004 г.) климатични условия, използвайки валидирания симулационен модел за воден баланс WinISAREG за два хибрида царевица с различна чувствителност към воден стрес, отглеждани върху почва Haplic Chernozem със среден капацитет за задържане на вода. Изследването сравнява три алтернативи за поливен режим, изградени в съответствие с минали проучвания, за разработване на екологично чисти/водоспестяващи технологии за напояване, които се състоят в зареждане на почвения резервоар чрез приемане на допустима степен на изчерпване на използваемия воден запас (MAD): (1) MAD=0,50; (2) MAD=0,33; (3) MAD=0,50, с частично зареждане на почвения резервоар. Симулациите, отнасящи се до годината с много голяма необходимост от напояване при настоящите метеорологични условия, показват, че при целта за максимален добив, и трите алтернативи за напояване изискват една и съща

поливна норма ID=360 мм, която е с 60 мм по-висока от конвенционално препоръчаната в региона. В годините със средно необходимост от напояване през миналия и настоящ климат, Алтернатива 1 изисква една и съща поливна норма ID=270 мм, докато по-малка ID=240 мм е симулирана и с двете алтернативи 2 и 3, поради факта, че наличния воден запас в почвата ASW в момента е изчерпан до оптималния праг на добив ОУТ при жътва.

Г8-15. Иванова М., Попова З., Паредес, П., Роса, Р., Перейра, Л. 2015. Приложение на модела SIMdualKc за царевица при условията на Смолница в Софийско поле – калибровка и валидация. Ел.сборник "ПОЧВАТА и агротехнологиите в променящия се свят", 378-389; ISBN: 978-619-90560-0-4

https://www.issapp-pushkarov.org/sites/default/files/pictures/confrence_2015.pdf

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 ($TAW = 173 \text{ mm m}^{-1}$) 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 $0.010 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ for the year of calibration and smaller than $0.016 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ 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 dIA 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.

Резюме

Моделът SimDualKc, който определя отделно изпарението от почвата и транспирацията от растенията ($K_c = K_e + K_{cb}$), е калибриран и валидиран с помощта на тригодишни (2003-2005) полевни данни за наличното съдържание на вода в почвата, наблюдавани от тензиометри в поливни и неполивни парцели върху глинеста почва Смолница/Vertisol ($TAW = 173 \text{ mm m}^{-1}$) в Софийско поле. Препоръчва се използването на метода на двойния коефициент на културите като по-подходящ, тъй като той отчита периодите на вегетация, когато изпарението има по-голям ефект върху K_c , т.е. когато земята не е напълно покрита от растенията, давайки ежедневен отчет за събитията на овлажняване на почвата. Калибрирането на модела се състои в минимизиране на разликата между наблюдаваното и симулираното водно съдържание на почвата и води до установяване на основни коефициенти на културите K_{cb} 0.15, 0.95, 0.10 и степен на изчерпване на общия воден запас без стрес p 0.55, 0.50, 0.55 съответно за началния, средния и крайния етап на развитие на сезона, адаптирани към сорта царевица Кнежа 509 и умереноконтиненталните климатични условия. Резултатите от калибрирането на модела показват добро съответствие между симулираното и наблюдаваното налично

съдържание на вода в почвата със статистически параметри на средноквадратичните грешки (RMSE) около $0.010 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ за годината на калибриране и по-малки от $0.016 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ за годините на валидиране. Ефективността на моделирането EF е 0.90 за калибрирането и по-голяма от 0.86 за валидирането. Индексът на съответствие dIA е по-голям от 0.96. Статистическите показатели показват, че валидираният модел SimDualKc може да се прилага като инструмент за симулиране на водния баланс на почвата и разработване на прецизни поливни режими в Софийско поле.

Г8-16. Попова З., Иванова, М. 2015. Въздействие на климата и характеристиките на почвата върху добивите и напоителните норми на царевица в района на Пловдив. Ел.сборник "ПОЧВАТА и агротехнологиите в променящия се свят", 502-511; ISBN: 978-619-90560-0-4
https://www.issapp-pushkarov.org/sites/default/files/pictures/confrence_2015.pdf

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 (116 mm m^{-1}) and large (173 mm 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 ($30 < \text{RYD} < 40\%$ in the average years and $\text{RYD} < 70\%$ in the very dry year) are simulated for the combination "semi-early hybrids-vertisol soil".

Резюме

Повишаването на температурата на въздуха, интензитета и честотата на сушата е реален факт в област Пловдив. Целта на това проучване е да се оцени въздействието на климатичните промени върху системата за отглеждане на царевица, когато късни и полуранни хибриди се отглеждат върху почви Fluvisol и Vertisol с малка (116 mm m^{-1}) и голяма (173 mm m^{-1}) водозадържаща способност (TAW). За симулиране на водния баланс и въздействието на водния стрес върху добива е използван предварително валидираният модел WinISAREG. Кривите на обезпеченост на относителното намаление на добива RYD,% за неполивна царевица и нетните напоителни норми NIR, mm, за да се избегнат такива загуби, са построени за минали (1951-1984) и настоящи (1970-2004) метеорологични условия, като се вземат предвид четири комбинации от калибрираните параметри за моделиране на културите и почвите. Кривите на обезпеченост RYD/NIR са по-високи от всички останали. Когато късни хибриди царевица се отглеждат върху почви с малка TAW (водозадържаща способност) при настоящите метеорологични условия, RYD достига 100%, а NIR е между 390 и 440 mm в сухите години с вероятност $P < 10\%$. Най-ниските загуби на RYD при настоящите метеорологични условия ($30 < \text{RYD} < 40\%$ в средните години и $\text{RYD} < 70\%$ в много сухата година) са симулирани за комбинацията „полуранни хибриди - Vertisol почва“.

Г8-17. Popova Z., Ivanova, M. 2015. Crop water requirements in the context of soil characteristics and changing climate in North Bulgaria. Bulgarian Academy of Sciences, Engineering Geology and Hydrogeology, 29, pp. 69-84, Sofia, ISSN 0204-7934.
https://igh-bg.com/Vol/Vol_29_2015/Volume_29_2015_Pages_069_084.pdf

Abstract

Bulgarian agriculture is affected by climate variability and change that result in high uncertainty regarding the expected crop water requirements and yields. This study defines impact of climate and soil characteristics on crop evapotranspiration ET_a by applying previously validated water balance WinISAREG model to rainfed and fully irrigated maize. Simulations are performed for each year of the period 1951 to 2004 using calibrated parameters and data relative to four agro climate regions, namely lom, Pleven, Silistra and Varna. Soil groups of large, average and small total available water TAW (mm m^{-1}) are considered. inter-seasonal variability and trends for maize evapotranspiration are estimated for each “climate region-soil group-irrigation option” combination. Three probability curves of occurrence of a seasonal evapotranspiration of crop without irrigation $ET_{a\text{-dry}}$, mm, one for each soil TAW, are built for each studied region and then compared to respective potential evapotranspiration $ET_{a\text{-max}}$, mm. it is found that the $ET_{a\text{-dry}}$ probability curve relative to Varna and soils of small TAW is situated below all others ranging 200 to 490 mm and having a coefficient of variation $C_v = 18\%$. When maize is grown on chernozem soils of large TAW in the same region, $ET_{a\text{-dry}}$ increases to 280 mm in high demand years having probability of exceedance $PET_{a\text{-dry}} > 95\%$ while C_v decreases to 13%. contrarily to Varna, $ET_{a\text{-dry}}$ probability of exceedance curve for Pleven and soils of large TAW is above all others not depending on irrigation in low demand seasons of $PET_{a\text{-dry}} < 25\%$. The largest $ET_{a\text{-dry}}$ variability is found for Lom ($C_v = 20\%$) if soils of small TAW are considered. Potential crop evapotranspiration $ET_{a\text{-max}}$ does not depend on the soil characteristics, being stable over the years with a coefficient of variation ranging $4.4 < C_v < 5.9\%$. The mean $ET_{a\text{-max}}$ value relative to the whole analysed period is lower in Varna (490 mm) and higher (550 mm) in Pleven.

Relative to present climate (1970-2004), significant trend of decrease for seasonal crop evapotranspiration $ET_{a\text{-dry}}$ is identified for Pleven (-1.6 mm yr^{-1}), Silistra (-1.3 mm yr^{-1}) and Lom (-0.7 mm yr^{-1}), which combines with a considerable positive trend of increase for potential evapotranspiration $ET_{a\text{-max}}$ by 2.0 mm yr^{-1} in Pleven, Lom and Varna that is double than in Silistra.

Резюме

Колеланията и промените на климата водят до значителна нестабилност на евапотранспирацията и добивите от селскостопанските култури през годините. Цел на настоящото изследване е да определи въздействието на колебанията и промените на климата, на почвените характеристики и на напояването върху евапотранспирацията на царевицата, основна пролетна култура за северна България. За целта, валидираният при наши предишни изследвания модел WinISAREG за симулиране на баланса на водата в почвата е приложен при неполивна и оптимално напоявана царевица за периода 1951-2004 г. Обхванати са районите на Лом, Плевен, Силистра и Варна, като почвите са групирани по отношение на използвания им воден запас TAW. В резултат, за всяка комбинация „климатичен район - група почви – поливен/неполивен режим” са дефинирани сезонния ход на изменение на евапотранспирацията и сумарната и стойност

„май-септември”. За всеки район са получени по три криви на обезпеченост на евапотранспирация при неполивни условия $ETa-dry$, mm, съответно за почвите с нисък, среден и висок TAW, и потенциалната евапотранспирация при пълно задоволяване на нуждите на културата от вода $ETa-max$, mm.

Установено е, че евапотранспирацията без напояване $ETa-dry$ е най-ниска в района на Варна, където през изследвания период и на почвите с нисък водозадържащ капацитет TAW тя се изменя от 200 до 490 mm при коефициент на вариация $C_v = 18\%$. на черноземите с висок TAW в същия район, евапотранспирацията $ETa-dry$ нараства през сухите сезони от 200 на 280 mm, в резултат на което C_v намалява на 13%.

Резултатите показват, че евапотранспирацията без напояване $ETa-dry$ достига най-високите си стойности в района на Плевен, където при почвите с висок TAW се изменя в граници от 330 до 540 mm. Следва да се отбележи, че коефициентът на вариация на евапотранспирацията при неполивни условия е най-висок за района на Лом, където C_v достига 20% за групата почви с нисък TAW.

Потенциалната евапотранспирация $ETa-max$ е значително по-устойчива през годините, не зависи от почвеното различие и се характеризира с коефициент на вариация в граници $4.4 < C_v < 5.9\%$. Средно-многогодишната стойност на $ETa-max$ е по-ниска в района на Варна (490 mm) и нараства на 550 mm за района на Плевен.

Анализите за тенденция на необходимостта на културите от вода при условията на настоящия климат 1970-2004 показват значителни промени към намаление на евапотранспирацията без напояване $ETa-dry$, съответно за районите на Плевен (-1.6 mm yr^{-1}), Силистра (-1.3 mm yr^{-1}) и Лом (-0.7 mm yr^{-1}). Обратно, настоящите климатични промени водят до значително нарастване на потенциалната евапотранспирация $ETa-max$ респективно с 2.0 mm yr^{-1} в районите на Плевен, Лом и Варна и с 1.0 mm yr^{-1} за района на Силистра.

Г8-18. Попова З., М. Иванова, В. Александров, 2014. Еталонна евапотранспирация $ETo-PM$ и засушаване в равнините на България – (1) сезонен ход и обезпеченост. Сборник доклади от Втора научна конференция с международно участие „Теория и практика в земеделието“, Юндола, стр. 201-209; ISBN: 978-954-332-114-8

<https://ltu.bg/images/files/Fakulteti/A/Programma.pdf>

https://www.researchgate.net/publication/268982745_Etalonna_evapotranspiracia_ETo-PM_i_zasusavane_v_ravninita_na_Blgaria_-_2_analiz_na_tendenciite_Drought_and_Reference_Evapotranspiration_ETo-PM_in_Bulgarian_plains_-_2_trend_analyses

Abstract

Drought and Reference Evapotranspiration $ETo-PM$ in Bulgarian plains - seasonal evolution and probability: The reference evapotranspiration was computed with the Penman-Monteith equation ($ETo-PM$) applying the methodology of Allen et al. (1998) to climate data relative to eight representative climate regions and the period 1951-2004. The ETo follows a regular seasonal trend with maxima in July and August, when precipitation is quite variable and often scarce. The High Peak Season ETo is the largest for Sandanski, averaging 5.6 and 5.2 mm day⁻¹. It is also very high for Plovdiv, Stara Zagora and Pleven, namely between 5.3 and 4.9 mm day⁻¹, and drops to 4.9 - 4.3 mm day⁻¹ for Lom, Silistra and Varna. High Peak Season ETo reaches the minima of 4.4 and 4.0 mm day⁻¹ in Sofia field. In contrast to rainfall, ETo interannual variability is relatively smaller but becomes important under the conditions of climate change and droughts. The study compares probability curves of seasonal reference

evapotranspiration ETo and precipitation relative to the whole country territory when the cropping “May-Sept” and irrigation “July-Aug” seasons were taken into account.

Резюме

Суша и еталонна евапотранспирация ETo -PM в българските равнини - сезонна ход и обезпеченост: Еталонната евапотранспирация е изчислена с уравнението на Пенман-Монтейт (ETo -PM), като е приложена методологията на Allen et al. (1998) към климатични данни, отнасящи се до осем представителни климатични региона и периода 1951-2004 г. ETo следва обичайна сезонен ход с максимуми през юли и август, когато валежите са доста променливи и често оскъдни. ETo през пиковия сезон е най-висока за Сандански, със средно 5.6 и 5.2 mm ден⁻¹. Тя е много висока и за Пловдив, Стара Загора и Плевен, а именно между 5.3 и 4.9 mm ден⁻¹, и спада до 4.9 – 4.3 mm ден⁻¹ за Лом, Силистра и Варна. ETo през пиковия сезон достига минимумите от 4.4 и 4.0 mm ден⁻¹ в Софийското поле. За разлика от валежите, междугодишната променливост на ETo е относително по-малка, но става важна в условията на изменение на климата и суши. Изследването сравнява вероятностните криви на сезонната еталонна евапотранспирация ETo и валежите обхващащи територията на цялата страната, като са взети предвид вегетационния сезон „май-септември“ и поливния сезон „юли-август“.

Г8-19. Попова, З., Иванова, М., Александров, В., Донева, К. 2014. Еталонна евапотранспирация ETo -PM и засушаване в равнините на България – (2) анализ на тенденциите. Сборник доклади от Втора научна конференция „Теория и практика вземеделието“ Юндол: 210-218. ISBN: 978-954-332-114-8
<https://ltu.bg/images/files/Fakulteti/A/Programma.pdf>

Abstract

Drought and Reference Evapotranspiration ETo -PM in Bulgarian plains – (2) trend analyses: This study aims at assessing drought and related climate change trends in Bulgaria. Trend tests were applied to climate data, mainly reference evapotranspiration (ETo) and precipitation, relative to selected weather stations. Results of the tests show that, relative to ETo for maize crop season (V-IX), a significant trend was observed for the period 1970-2004. The detected increase of seasonal ETo is 1.0 mm yr⁻¹ at Sofia and Silistra, up to 2.0-2.3 mm yr⁻¹ at Stara Zagora, Pleven, Lom and Sandanski and reaching a maximum of 2.6 mm yr⁻¹ at Plovdiv and Varna. In all stations the months of July and August contribute most for seasonal ETo increase. If one considers the whole period (1951-2004), the magnitude of the trend is about half at Lom, Varna and Sandanski and only ¼ at Pleven and Plovdiv thus indicating that the aggravation of climate conditions is higher in recent times.

Results relative to seasonal precipitation (V-IX) show that, contrarily to ETo , a significant variability combined with a negative trend were observed for the recent 35 years. The magnitude of the trend ranges from -2.8 mm yr⁻¹ at Stara Zagora and Sofia to -2.3 mm yr⁻¹ (Silistra) and -1.8 mm yr⁻¹ (Pleven, Plovdiv) and reaching a minimum of -1.0 mm yr⁻¹ at Lom. The detected trends in Peak season (VI-VIII) are responsible for the seasonal precipitation decrease (V-IX). When the whole period (1951-2004) is considered, the magnitude of the trend for Peak season precipitation, comparing with 1970-2004, is much smaller at Sofia, Stara Zagora, Pleven and Silistra.

Globally the regions of Stara Zagora, Plovdiv, Sofia, Silistra and Pleven, with an increase in evapotranspiration demands and a decrease in peak season precipitation (VI-VIII), could have consequences in the occurrence of drought for summer crops in recent times (1970-2004).

Резюме

Суша и еталонна евапотранспирация ЕТо-РМ в българските равнини – (2) анализи на тенденциите: Това проучване има за цел да оцени сушата и свързаните с нея тенденции в изменението на климата в България. Тестовите за тенденции бяха приложени към климатични данни, главно еталонна евапотранспирация (ЕТо) и валежи, спрямо избрани метеорологични станции. Резултатите от тестовите показват, че при ЕТо за вегетационния сезон на царевичата (V-IX) е наблюдавана значителна тенденция за периода 1970-2004 г. Установеното увеличение на сезонната ЕТо е 1.0 mm годишно в София и Силистра, до 2.0-2.3 mm годишно в Стара Загора, Плевен, Лом и Сандански и достига максимум от 2.6 mm годишно в Пловдив и Варна. Във всички станции месеците юли и август допринасят най-много за сезонното увеличение на еталонната евапотранспирация (ЕТо). Ако се вземе предвид целият период (1951-2004г.), величината на тенденцията намалява наполовина в Лом, Варна и Сандански и е само $\frac{1}{4}$ в Плевен и Пловдив, което показва, че влошаването на климатичните условия е по-голямо през последните години.

Резултатите, отнасящи се до сезонните валежи (V-IX), показват, че за разлика от ЕТо, през последните 35 години се наблюдава значителна променливост, съчетана с отрицателна тенденция. Величината на тенденцията варира от -2.8 mm yr^{-1} в Стара Загора и София до -2.3 mm yr^{-1} (Силистра) и -1.8 mm yr^{-1} (Плевен, Пловдив) и достига минимум от -1.0 mm yr^{-1} в Лом. Откритите тенденции в пиковия сезон (VI-VIII) са отговорни за сезонното намаление на валежите (V-IX). Когато се вземе предвид целият период (1951-2004 г.), величината на тенденцията за валежите през пиковия сезон, в сравнение с 1970-2004 г., е много по-малка в София, Стара Загора, Плевен и Силистра.

В обобщение регионите Стара Загора, Пловдив, София, Силистра и Плевен, с увеличение на нуждите от евапотранспирация и намаляване на валежите през пиковия сезон (VI-VIII), биха могли да имат последствия за летните култури при появата на суша през последните години (1970-2004 г.).

Г8-20. Попова, З., Иванова, М., Перейра, Л. С., Бонева, К., Донева, К., Александров, В., Керчева, М. 2014. Климатични промени в Северна България и въздействие върху царевичата. сп.Земеделие плюс, кн.5, стр. 37-45; ISSN : 2738-7992. Linking ISSN (ISSN-L): 1310-7992.

Принт

Abstract

A study was conducted to determine the impact of climate change on yields of rainfed and irrigated maize in Northern Bulgaria for four climatic regions, three soil groups and the periods 1951-2004 and 1970-2004. No significant trends in precipitation were identified for the entire studied period (1951-2004). However, the maximum temperature shows a positive trend of $0.02 \text{ }^{\circ}\text{C/year}$ in Lom, Silistra and Varna.

During the period 1970-2004, a significant trend was observed in the seasonal reference evapotranspiration ETo "May-September". The identified increase was 1.0 mm/year in Silistra, up to 2.3 mm/year in Pleven and Lom and reached a maximum of 2.6 mm/year in Varna. The magnitude of this trend is half if the entire study period 1951-2004 is considered instead of the period 1970-2004. The trend towards increasing ETo is combined with significant fluctuations and a decrease in vegetation precipitation, respectively by -2.3 , -2.1 and -1.0 mm/year in Silistra, Pleven and Lom, which indicates that in Northern Bulgaria there has been a deterioration of climatic conditions over the past 35 years.

The variability of grain yields from rainfed maize in the Danubian Plain ($33\% < C_v < 54\%$) is significantly lower than that in the Upper Thracian Lowland ($40\% < C_v < 70\%$). Despite the fact that the impacts of drought are mitigated in Northern Bulgaria, it is a key factor in some areas (Lom and Varna).

Probability of exceedance curves for RYD of rainfed maize and for net irrigation requirements NIR rates necessary to prevent this deficit have been established. Based on economic indicators, threshold values have been established to determine the risk caused by water deficit.

Резюме

Проведено е изследване за установяване на въздействието на промените на климата върху добивите при неполивна и напоителните норми при поливна царевица в Северна България за четири климатични района, три групи почви и периодите 1951-2004 и 1970-2004г. По отношение на целия изследван период (1951-2004) не са установени съществени тенденции при валежите. Максималната температура показва обаче положителна тенденция с $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год.}$ в Лом, Силистра и Варна.

През периода 1970-2004г. при сезонната еталонна евапотранспирация ЕТо “май-септември“ се наблюдава значителна тенденция. Установеното нарастване е с $1,0\text{ мм}/\text{год.}$ в Силистра, до $2,3\text{ мм}/\text{год.}$ в Плевен и Лом и достига максимум от $2,6\text{ мм}/\text{год.}$ във Варна. Величината на тази тенденция намалява наполовина, ако се разглежда целия изследван период 1951-2004г. вместо периода 1970-2004г. Тенденцията към нарастване на ЕТо се съчетава със значителни колебания и намаление на вегетационните валежи, съответно с $-2,3$, $-2,1$ и $-1,0\text{ мм}/\text{год.}$ в Силистра, Плевен и Лом, което показва, че в Северна България има влошаване на климатичните условия през последните 35 години.

Вариабилността на добивите на зърно от неполивна царевица в Дунавската равнина ($33\% < C_v < 54\%$) е значително по-ниска от тази в Горнотракийската низина ($40\% < C_v < 70\%$). Независимо от факта, че въздействията на сушата са смекчени в Северна България, тя е ключов фактор в някои райони (Лом и Варна).

Установени са криви на обезпеченост на относителното намаление на добива RYD от неполивна царевица и на поливните норми NIR необходими за предотвратяване на този дефицит. Въз основа на икономически показатели са установени прагови стойност, определящи риска предизвикан с водния дефицит.

Г8-21. Попова, З., Иванова, М., Донева, К. 2014. Изследвания върху поливните режими при променящия се климат в района на Пловдив, СЕЛСКОСТОПАНСКА НАУКА, 47 (No 1) 2014, 3-17; ISSN 1311-3534

<https://eclipse.agriacad.bg/catalog/view/Q4AK5HMKDZ>

Abstract

Plovdiv agricultural region, Thracian Lowland, proved to be a most vulnerable to drought in this country. Detected climate change there creates uncertainties for irrigation scheduling. To cope with them simulations were performed for past (1952-1984) and present (1970-2004) weather conditions using the calibrated irrigation scheduling simulation WinISAREG model for two maize varieties, the semi-early hybrid Pioneer P37-37 and the late hybrid H708, grown on alluvial soil (Total Available Water= 116 mm m^{-1}). All are subjects of this study, which compares four irrigation scheduling alternatives: (1) refilling the soil reservoir and adopting a management-allowed depletion fraction (MAD) of 0.60; (2) refilling the soil reservoir and

adopting MAD=0.45; (3) partially refilling the soil reservoir and adopting MAD=0.60, and (4) crop without irrigation. Analyses using simulations relative to every year during 1952-1984 show that alternative (2) leads to less impact on yields but irrigation demands are larger when compared to alternatives (1) and (3), allowing a larger water depletion with MAD=0.60. Alternative (3) that partially refills the soil reservoir leads to best storage of precipitation and requires up to 50 mm less irrigation water than alternative (2) over the whole range of seasons. It is found that for the average irrigation demand year of present climate (1974) adaptation to drought consists only of irrigation timing adjustment that leads to last irrigation date after 15/08. For the very dry year (2000) of the same period all alternative irrigation schedules behave similarly requiring additional irrigation/s compared to the very dry year of the past weather conditions (1970).

Резюме

Пловдивският земеделски район в Тракийската низина, се оказва най-уязвим към суша в страната. Установените климатични промени там създават несигурности за планирането на напояването. За справяне с тях, бяха проведени симулации за минали (1952-1984) и настоящи (1970-2004) климатични условия, използвайки калибрирания модел за симулиране на поливния режим WinISAREG за два сорта царевица, полуранния хибрид Pioneer P37-37 и късния хибрид H708, отглеждани върху алувиална почва (Общ използваем воден запас = 116 mm m⁻¹). Всички те са обект на това изследване, което сравнява четири алтернативи за планиране на напояването: (1) повторно запълване на почвения резервоар и приемане на праг на изчерпване на използваемия воден запас (MAD) от 0,60; (2) повторно запълване на почвения резервоар и приемане на MAD=0,45; (3) частично повторно запълване на почвения резервоар и приемане на MAD=0,60 и (4) култура без напояване. Анализи, използващи симулации спрямо всяка година през периода 1952-1984 г., показват, че алтернатива (2) води до по-малко въздействие върху добивите, но нуждите от напояване са по-големи в сравнение с алтернативи (1) и (3), което позволява по-голямо изчерпване на вода с MAD=0,60. Алтернатива (3), която частично запълва почвения резервоар, води до най-добро съхранение на валежите и изисква до 50 мм по-малко вода за напояване от алтернатива (2) през целия диапазон от сезони. Установено е, че за годината със средна необходимост от напояване при настоящия климат (1974 г.) адаптацията към сушата се състои само от коригиране на времето за напояване, което води до последна дата на напояване след 15.08. За много сухата година (2000 г.) от същия период всички алтернативни поливни режими се държат по подобен начин, изисквайки допълнително напояване/я в сравнение с много сухата година при минали климатични условия (1970 г.).

Г8-22. Попова, З., Иванова, М., Мартинс, Д., Перейра, Л. С., Керчева, М., Александров, В., Донева, К. 2013. Климатични промени, селскостопанско засушаване и необходимост от напояване в България. сп.Водно Дело, кн.1/2:14-22; ISSN 0861-3036 (print) 2603-4786 (online)

http://www.stuwa.org/files/magazine/1-2.13_s3.pdf

Abstract

This study assesses physical and economical aspects of climate change and agricultural drought in Bulgaria using trend analysis of climate data, simulation results of validated WINISAREG model and their relationship with the high peak seasonal SPI-index, all relative to the period 1951-2004. The analysis of data on precipitation and maximum and minimum

temperature was performed by the modified Mann-Kendall trend test for eight climate stations in Bulgaria. Globally, the regions of Plovdiv and Stara Zagora with a decrease in precipitation and an increase in the temperature range may have consequences in the occurrence of drought in this country. As a result the trend of simulated net irrigation requirements (NIRs) over the studied period shows an increase by 80 and 27mm respectively for Plovdiv and Stara Zagora. Contrarily to NIRs, rainfed maize yield has decreased by 19% on the average in Plovdiv and 8% in Stara Zagora for the whole studied period. The results of the study are used for drought vulnerability mapping and identification of drought prone territories in Bulgaria and South East Europe.

Резюме

Това проучване оценява физическите и икономическите аспекти на изменението на климата и селскостопанската суша в България, използвайки анализ на тренда на климатичните данни, резултати от симулации с валидирания модел WINISAREG и тяхната връзка със сезонния стандартизиран валежен индекс SPI за периода с най-голяма необходимост от вода “юли-август”, спрямо периода 1951-2004 г. Анализът на данните за валежите, максималната и минималната температура е извършен чрез модифициран анализ на тренда на Ман-Кендъл за осем климатични станции в България. В световен мащаб, регионите на Пловдив и Стара Загора с намаляване на валежите и увеличаване на температурния диапазон могат да имат последствия за появата на суша в страната. В резултат на това тенденцията на симулираните нетни напоителни норми (NIRs) през изследвания период показва увеличение съответно с 80 и 27 mm за Пловдив и Стара Загора. Обратно на NIRs, добивът от неполивна царевица, е намалял средно с 19% в Пловдив и с 8% в Стара Загора за целия изследван период. Резултатите от проучването се използват за картографиране на уязвимостта към суша и идентифициране на територии, предразположени към суша, в България и Югоизточна Европа.

Г8-23. Попова, З., **Иванова, М.**, Мартинс, Д., Керчева, М., Александров, В., Донева, К. 2013. За необходимостта от напояване в България сп.Земеделие плюс, кн.2, стр. 38-42; ISSN : 2738-7992. Linking ISSN (ISSN-L): 1310-7992.

Abstract

Climate change and related adverse weather events, such as drought, are damaging agriculture, its irrigation water supply and the economy of Bulgaria. The need to develop new methods and tools for better analysis, forecasting and management of drought risk is evident after the extremely dry years of 2007, 2012 and 2013, when the average maize yield in the country reached record lows of 180-146 kg/ha. For this purpose, physical and economic aspects of agricultural drought were analyzed for eight representative climatic regions in the country.

The extent of the impact of droughts on agriculture in different climatic years was determined for the entire country through maps linking meteorological conditions with agronomic indicators, such as the yield without irrigation and the irrigation rate. Such maps were created to assess the vulnerability to drought in maize for the extremely dry (2000), average (1970) and extremely dry (1981) years. The relative reduction in yields of non-irrigated maize (RYD, %) and net irrigation norm of maize (NIR, mm) were mapped for soils with average usable water reserves (135-157mm /m). For this purpose, maps of the seasonal standardized index SPI, characterizing drought during the most sensitive period for the crop - the months of July and August, the map of agro-ecological regions and the dependencies

established for each region between the seasonal index SPI2 "July-August" and the results of the impact of water stress on yields without irrigation and the irrigation norm of maize were used.

The results obtained from the analysis of the scope and intensity of agricultural drought in Bulgaria can be used to identify threatened territories and assess the economic risk of growing a certain crop without irrigation. Conducted research also provides the necessary basis for the development of a system for monitoring and managing agricultural drought risk through precision irrigation.

Резюме

Климатичните промени и свързаните с тях неблагоприятни метеорологични явления, напр. Засушаването, нанасят щети върху земеделието, обезпечаването му с вода за напояване и икономиката на България. Нуждата от разработване на нови методи и средства за по-добър анализ, прогнозиране и управление на риска от засушаване, е явна след изключително сухите 200, 2007 и 2012г., когато средностатистическия добив от царевица за страната достига рекордно ниските 180-146 кг/дка. За целта са анализирани физически и икономически аспекти на селскостопанското засушаване за осем представителни климатични райони в страната.

Обхватът на въздействие на засушаванията върху земеделието пред различни климатични години е определен за територията на цялата страна чрез карти, свързващи метеорологичните условия с агрономически показатели, като добивът без напояване и напоителната норма. Такива карти са изработени за оценка на уязвимостта към засушаване при царевица за екстремно сухата (2000), средната (1970) и умерено сухата (1981) година. Картирани са относителното намаление на добивите от неполивна царевица (RYD, %) и нетните напоителни норми на царевица (NIR, mm) при почви със среден използваем воден запас (135-157mm /m). За целта са използвани карти на сезонния стандартизиран индекс SPI, характеризиращ засушаването през най-чувствителния за културата период –месеците юли и август, картата на агроекологичните райони и установените за всеки район зависимости между сезонния индекс SPI2 “юли-август” и резултатите на въздействие на водния стрес върху добивите без напояване и напоителната норма на царевицата.

Получените резултати от анализа за обхвата и интензивността на селскостопанското засушаване в България могат да се използват за идентифициране на застрашени територии и оценка на икономическия риск от отглеждане на определена култура без напояване. Проведени изследвания предоставят и необходимата основа за разработването на система за мониторинг и управление на риска от селскостопанска суша чрез прецизна напояване.

Г8-24. 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; ISSN 1311-3535

Abstract

This study assesses droughts and related climate change trends as well as their impacts on maize cropping system using the validated WINISARE G simulation model for representative climate regions in Bulgaria over the period 1951-2004. The analysis of climate data, mainly

precipitation and temperature, and standard precipitation indexes for 3 and 12 months time step, SPI-3 and SPI-12, was performed by the modified Mann-Kendall trend test.

Globally, it is found that the regions of Plovdiv and Stara Zagora with a decrease in annual precipitation of -3.52 and -3.30 mm yr⁻¹ and an increase in the mean annual maximum temperature of 0.02 and 0.04°C have consequences in the occurrence of drought in this country. When applying the same trend test to the SPI-3 results evidence a trend for drought aggravation, particularly for the months of May, June and July, the main period for maize development, so indicating the SPI3 as a possible indicator of agricultural drought. The trends for the SPI-12 relative to Stara Zagora, Plovdiv and Sandanski also show to be negative, with a magnitude 0.01 higher than with SPI-3.

The application of the WinISARE G model to compute the net irrigation requirements (*NIRs*, mm) followed by an application of the trend test to *NIRs* for the studied period show an increase of 80 and 27mm for Plovdiv and Stara Zagora respectively. Contrarily to *NIRs*, because of increased water stress rainfed maize yield has decreased by 19% on the average in Plovdiv and 8% in Stara Zagora. The results of the study are used for drought vulnerability mapping and identification of drought prone territories in Bulgaria and South East Europe.

Резюме

Това проучване оценява сушите и свързаните с тях тенденции в изменението на климата, както и тяхното въздействие върху отглеждането на царевица, използвайки валидирания симулационен модел WINISAREG за представителни климатични региони в България за периода 1951-2004г. Анализът на климатичните данни, главно валежи и температура, и стандартизирани индекси на валежите за 3 и 12 месеца, SPI-3 и SPI-12, е извършен чрез модифицирания тренд тест на Ман-Кендъл.

Установено, че в районите на Пловдив и Стара Загора, с намаление на годишните валежи от -3,52 и -3,30 мм годишно и увеличение на средната годишна максимална температура от 0,02 и 0,04°C, се отчитат последствия от появата на суша в страната. При прилагане на същия тренд тест към SPI-3, резултатите показват тенденция отежняване на сушата, особено за месеците май, юни и юли, основният период за развитие на царевицата, което показва, че SPI3 е възможен индикатор за селскостопанска суша. Тенденциите за SPI-12 спрямо Стара Загора, Пловдив и Сандански също показват отрицателна величина, с магнитуд 0.01 по-висок, отколкото при SPI-3.

Прилагането на модела WinISAREG за изчисляване на нетните напоителни норми (*NIRs*, mm), последвано от прилагане на теста за тенденция към *NIRs* за изследвания период, показва увеличение съответно с 80 и 27 mm за Пловдив и Стара Загора. За разлика от *NIRs*, поради увеличения воден стрес, добивът от неполивна царевица е намалял средно с 19% в Пловдив и с 8% в Стара Загора. Резултатите от проучването се използват за картографиране на уязвимостта от суша и идентифициране на територии, предразположени към суша, в България и Югоизточна Европа.

Г8-25. Попова, З., **Иванова М.** 2012. Влияние на климата и почвата върху напоителните норми в България. сп. Земеделие плюс, № 4, стр. 36-37; ISSN : 2738-7992. Linking ISSN (ISSN-L): 1310-7992.

Abstract

Over the past 3000-4000 years, irrigation has been the most powerful tool for combating drought damage in agriculture. Contemporary mathematical models are widely used in the world to assess the effect of fluctuations and changes in climate, soil conditions and agricultural

practice on the crop water requirements in agriculture. Based on the results of simulations of the soil water balance with the validated WINISAREG model, the net irrigation requirements for maize have been calculated for soils with different water holding capacities in the regions of Sofia, Plovdiv, Stara Zagora, Sandanski, Pleven, Lom and Silistra. The results obtained are based on meteorological data with a duration of 54 years, which are sufficiently representative of the present climate.

The presented results prove that under the conditions of a changing climate, global warming and frequent intense droughts, irrigation needs in our country are very variable over the years and show a tendency to increase, especially in the Upper Thracian Lowland. Not only the production of grain maize, but also other spring crops, will increasingly depend on irrigation capabilities and will require substantial investments in Bulgaria's hydro-meliorative system. Therefore, the development and implementation of cost-effective water-saving technologies, irrigation techniques and irrigation schedules is a major goal for Bulgarian agricultural science in the coming years.

Резюме

През последните 3000-4000 г. напояването е най-мощното средство за борба със щетите от суша в земеделието. Съвременните математически модели са широко използвани в света за оценка на ефекта от колебанията и промените на климата, почвените условия и земеделската практика върху нуждите на селскостопанските култури от поливна вода. На основата на резултати от симулации на баланса на водата в почвата с валидирания модел WINISAREG са изчислени нетните напоителни норми на царевица при почви с различен водозадържащ капацитет в районите на София, Пловдив, Стара Загора, Сандански, Плевен, Лом и Силистра. Получените резултати се основават на метеорологични данни с продължителност 54 години, които са достатъчно представителни за съвременния климат.

Изложените резултати доказват, че при условията на променящ се климат, глобално затопяне и чести интензивни засушавания нуждите от напояване у нас са твърде променливи през годините и показват тенденция към нарастване, особено в Горно-Тракийската низина. Производството не само на царевица за зърно, но и на други пролетни култури, ще зависи все повече от възможностите за напояване и ще изисква съществени вложения в хидромелиоративната система на България. Следователно разработването и внедряването на икономически ефективни водоспестяващи технологии, техники на напояване и поливни режими е основна цел за българската селскостопанска наука през следващите години.

Г8-26. 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. *Journal of Environmental Science and Engineering B* 1 (2012) 1017-1036. ISSN 21625263, (SJRI 0.116)

Abstract

This study assesses vulnerability of agriculture to drought, using WINISAREG model and seasonal SPI2-index for eight climate regions (1951-2004). Results relative to Plovdiv show that in soils of large TAW (total available water) net irrigation requirements NIRs range from 0 to 380 mm. In soils of small TAW, NIRs reach 440 mm in the very dry year. NIRs in Sofia/Silistra are about 100 mm smaller than in Plovdiv while in Sandanski they are 30-110

mm larger. Rainfed maize is associated with great yield variability ($29\% < C_v < 72\%$). Considering an economical RYD (relative yield decrease) threshold, 32% of years are risky when TAW is large in Plovdiv that is double than in Sofia and half than in Sandanski. In North Bulgaria the risky years are 10% in Pleven/Silistra that is half than in Lom. In Plovdiv region reliable relationships ($R^2 > 91\%$) were found relating the SPI2 „July-Aug.“ with simulated RYD of rainfed maize while remaining relationships were less accurate ($73\% < R^2 < 86\%$). Economical losses are produced when High Peak Season SPI2 $< + 0.20$ in Sandanski, SPI2 $< - 0.50$ in Plovdiv and SPI2 $< - 0.90$ in Sofia. In North Bulgaria the SPI2 threshold ranges from $- 0.75$ to $- 1.50$. Derived reliable relationships and SPI-thresholds are used for drought vulnerability mapping.

Резюме

Това проучване оценява уязвимостта на селското стопанство към суша, използвайки модела WINISAREG и сезонния SPI2-индекс за осем климатични региона (1951-2004 г.). Резултатите, отнасящи се до Пловдив, показват, че на почви с голям TAW (използваем воден запас), нетните нужди от напояване NIR варират от 0 до 380 mm. На почви с малък TAW, NIR достигат 440 mm в много сухата година. NIR в София/Силистра са с около 100 mm по-малки, отколкото в Пловдив, докато в Сандански са с 30-110 mm по-големи. Неполивната царевица е свързана с голяма вариабилност на добива ($29\% < C_v < 72\%$). Като се има предвид икономическият праг на RYD (относително намаление на добива), 32% от годините са рискови, когато TAW е голям в Пловдив, което е двойно повече, отколкото в София, и наполовина, отколкото в Сандански. В Северна България рисковите години са 10% в Плевен/Силистра, което е наполовина, отколкото в Лом. За района на Пловдив са открити надеждни зависимости ($R^2 > 91\%$) между SPI2 „юли-август“ и симулираното RYD на неполивна царевица, докато останалите зависимости са с коефициент на детерминация $73\% < R^2 < 86\%$. Икономически загуби се генерират, когато SPI2 $< + 0,20$ в Сандански, SPI2 $< - 0,50$ в Пловдив и SPI2 $< - 0,90$ в София през пиковия сезон. В Северна България прагът на SPI2 варира от $-0,75$ до $-1,50$. Получените надеждни зависимости и SPI-прагове са използвани за картографиране на уязвимостта към суша.

Г8-27. Попова, З., **Иванова М.** 2012. Сушата и добивът от неполивна царевица. сп. Земеделие плюс, № 1, стр. 39-40; ISSN : 2738-7992. Linking ISSN (ISSN-L): 1310-7992.

Abstract

A number of our studies have proven that drought is a common occurrence in the lowlands of Bulgaria. The climate in most of the country is moderately continental with a tendency towards drought. The regions around Plovdiv and Stara Zagora in the Upper Thracian Lowland and Sandanski have an extremely warm and dry climate, while the Danube Plain and Sofia Plain are the cooler and wetter agricultural regions of the country.

The production of rainfed maize in Bulgaria is associated with high variability in maize yield. The coefficient of variation of yields in Sofia Plain varies within the range of 29 to 43% for medium-early maize hybrids. When late maize hybrids are grown without irrigation on soils with small water holding capacity (116 mm m^{-1}), yields with the most significant fluctuations over the years are obtained in Southern Bulgaria. In the region of Sandanski and Plovdiv the coefficient of variation is maximum, 73 and 69%, respectively.

For the Plovdiv region, trends of decreasing yields of rainfed maize have been established during the period 1951-2004. The production of grain from late hybrid maize decreased on average by 0.35% per year or by 19% for the studied period. This indicates that in the future the production of rainfed grain maize, and probably also of other spring crops, will suffer increasing damage from drought under the conditions of global climate change.

Резюме

Редица наши изследвания са доказали, че сушата е често явление в низините на България. Климатът в по-голямата част на страната е умерено континентален с тенденции към засушаване. Районите около Пловдив и Стара Загора в Горнотракийската низина и Сандански имат изключително топъл и сух климат, докато Дунавската равнина и Софийско поле са по-хладните и влажни земеделски райони на страната.

Производството на неполивна царевица в България е свързано с висока вариабилност на добива на зърно. Коефициентът на вариация на добивите в Софийско поле се изменя в граници от 29 до 43% при средноранни хибриди царевица. Когато късни хибриди царевица се отглеждат без напояване на почви с нисък използваем воден запас TAW (116 mm m^{-1}), в Южна България се получава добив с най-значителени колебания през годините. В района на Сандански и Пловдив коефициента на вариация е максимален, съответно 73 и 69%.

За района на Пловдив са установени тенденции на намаление на добивите от неполивна царевица през периода 1951-2004г. Производството на зърно от царевица късен хибрид намалява средно с 0.35% за година или с 19% за изследвания период. Това показва, че за в бъдеще производството на царевица за зърно без напояване, а вероятно и на други пролетни култури, ще търпи все по-големи щети от суша при условията на глобални климатични промени.

Г8-28. Popova, Z., Ivanova, M., P. Alexandrova, P., Doneva, K., Alexandrov, V., Pereira, L. S. 2011. Impact of drought on maize irrigation and productivity in Plovdiv region. Сборник научни доклади от международна конференция “100 години почвена наука в България”, Институт по почвознание “Н. Пушкиarov”, 16-20 Май, Том 1, стр. 394-399. ISBN 978-954-749-089-5

Abstract

The objective of this study is to assess the vulnerability of rainfed/irrigated maize to drought at Tsalapitsa field, Plovdiv, using the validated WINISAREG model and seasonal standard precipitation index SPI(3) for the period 1951-2004. In previous studies WINISAREG model, an irrigation scheduling simulation tool for simulating the soil water balance and evaluating the respective impacts on crop yields, was validated using independent data sets relative to long term experiment with late maize hybrid. Results show that net irrigation requirements NIRs range from 50-120 mm in wet seasons ($P_1 > 95 \%$) to 370-480 mm in very dry years ($P_1 < 5 \%$); A trend of NIRs increase by 70 mm and relative yield decrease of rainfed maize by $YD = 16 \%$ has been found for the same period. Considering a critical yield threshold of 4500 kg ha^{-1} under which maize cultivation is not profitable, 2/3 of the years refer to economical losses for rainfed maize. Reliable relationships ($R^2 > 65 \%$) between seasonal agricultural drought expressed by SPI(3) “July-Aug” and simulated yield decrease of rainfed maize (YD) are derived. The study

also defines a soil specific threshold for seasonal SPI(3) “July-Aug” under which soil moisture deficit leads to severe impacts on maize yield. The corresponding threshold of NIRs is identified.

Резюме

Целта на това проучване е да се оцени уязвимостта на царевицата, отглеждана при поливни и неполивни условия, към суша в полето Цалапица, град Пловдив, използвайки валидирания модел WINISAREG и индекса на сезонните стандартни валежи SPI(3) за периода 1951-2004 г. В предишни проучвания моделът WINISAREG, инструмент за симулация на графика за напояване, използващ се за симулиране на водния баланс на почвата и оценка на съответното въздействие върху добивите на културите, беше валидиран с помощта на независими набори от данни, свързани с дългосрочен експеримент с късен хибрид царевица. Резултатите показват, че нетните напоителни норми (NIR) варират от 50-120 мм през влажни сезони ($P_1 > 95\%$) до 370-480 мм в много сухи години ($P_1 < 5\%$). За същия период е установена тенденция на увеличение на NIR със 70 мм и относително намаление на добива при неполивна царевица, с $YD = 16\%$. Като се има предвид критичен праг на добива от 4500 кг хектар⁻¹, под който отглеждането на царевица не е рентабилно, 2/3 от годините се отнасят до икономически загуби за неполивната царевица. Изведени са надеждни зависимости ($R^2 > 65\%$) между сезонната селскостопанска суша, изразена чрез SPI(3) „юли-август“, и симулираното намаление на добива от неполивна царевица (YD). Изследването също така определя специфичен за почвата праг за сезонната SPI(3) „юли-август“, под който дефицитът на почвена влага води до сериозни последици за добива на царевица. Идентифициран е съответният праг за нетните напоителни норми (NIR).

Г10-29. Попова З., М. Иванова, Л. С. Перейра, К. Бонева, К. Донева, В. Александров, П. Александрова. 2015. Оценка на риска от промени на климата и уязвимост към суша в зоната на черноземите, Северна България. В Научни трудове от Научнопрактическа конференция: „Черноземите в България-проблеми, оценка, използване и опазване“, ИПАЗР „Н. Пушкиров“, 145-174,-3. ISBN 978-619-90414-1
<https://www.bsss.bg/Archive/Chernozemite.pdf>

Abstract

This study aims at assessing drought and related climate change trends as well as their impacts on agriculture in North Bulgaria. Trend tests were applied to climate data, mainly precipitation, temperature and reference evapotranspiration (ET₀) relative to selected weather stations. Results of the Mann-Kendall trend test show significant positive trends for maximum temperature in May, June, July and particularly an increase trend in annual T_{max} by 0.02 mm yr⁻¹ at Varna, Lom and Silistra. Relative to ET₀ for the maize crop season „May-Sept“, a significant trend was observed for the period 1970–2004. The detected increase of seasonal ET₀ is 1.0 mm yr⁻¹ at Silistra, up to 2.3 mm yr⁻¹ at Pleven and Lom, reaching a maximum of 2.6 mm yr⁻¹ at Varna. The magnitude of this trend is about half if one considers the whole 1951–2004 period instead of 1970–2004, which indicates that the aggravation of climate conditions is higher in recent times.

The WINISAREG simulation model was previously calibrated and validated using independent field data from long-term irrigation experiments with late and semi-early maize hybrids for various locations and soils with small, medium and large total available water

(TAW). Thus the model could be applied with appropriate accuracy to compute yield impacts of water stress and irrigation requirements for the 1951–2004 period. Rainfed maize in the Danube Plain is associated with some yield variability ($33\% < C_v < 54\%$) that is in fact smaller than in the Thracian Lowland ($40\% < C_v < 70\%$). Nevertheless that drought impact is mitigated in North Bulgaria it is a key factor in some regions (Lom and Varna). Basing upon economic considerations, relative yield decreases (RYD) were computed with the threshold of 67, 55 and 60% of the potential maize productivity in Pleven, Lom and Silistra. Maize production is risky in 22% of years in Lom when TAW is large, which is the double of risk in Pleven and Silistra. If TAW is medium the risky years double and reach 50% of years in Varna.

The application of the trend analyses to net irrigation requirements NIR over the 1970–2004 period shows a significant increase of NIR by 120 (Pleven), 90–80 mm (Lom, Silistra) that is half than in Varna. Contrarily, water stress increase related to the rainfed maize led to yield decrease on drylands by 32% of potential yield on the average in Pleven, by 20% in Lom and Silistra and by 10% in Varna thus indicating that innovative risk approaches are required.

Резюме

Сушата е метеорологично явление, засягащо все по-често селското стопанство и икономиката на страната (Славов и кол., 2003; Koleva and Alexandrov, 2008; Popova and Kercheva, 2002; 2005; Popova and Pereira, 2008). Установено е, че поради намаление на валежите и нарастване на диапазона на температурата на въздуха, в най-голяма степен от сезонно засушаване в страната са застрашени районите на Пловдив и Стара Загора (Попова, 2012; Попова и колектив, 2013b). Лятото в Дунавската равнина е по-влажно в сравнение с Горнотракийската низина. Повечето земеделски райони обаче, също показват тенденция към нарастване на максималната температура със средно годишно увеличение от $0.024^{\circ}\text{C}/\text{yr}$ (Попова и колектив, 2013a, 2013b). Областите около Плевен (La $43^{\circ}25'$, Lg $24^{\circ}36'$, Alt 134 m), Силистра (La $44^{\circ}07'$, Lg $27^{\circ}16'$, Alt 16 m), Лом (La $43^{\circ}49'$, Lg $23^{\circ}13'$, Alt 36 m) и Варна (La $43^{\circ}12'$, Lg $27^{\circ}55'$, Alt 39 m) се определят като засушливи по отношение на годишните валежни суми (Александров (ред.), 2011). Традиционни почви в Северна България са Черноземите със среден ($\text{TAW}=157 \text{ mm m}^{-1}$) до висок използваем воден запас ($\text{TAW}=180 \text{ mm m}^{-1}$) при различните им разновидности, а също и смолниците ($\text{TAW}\geq 180 \text{ mm m}^{-1}$) от Северозападна България (Бонева, 2012). Царевицата е избрана, като типична поливна полска култура. Ходът на развитието, евапотранспирацията, чувствителността ѝ към воден стрес през отделните фази на развитие, както и нуждите от напояване са аналогични на тези за останалите пролетни култури (Върлев, 2011). Независимо че продължителността на периода с максимална евапотранспирация (ET_{max}) е различна, стойността на ET_{max} при всички пролетни култури е много близка. Поради това резултатите, получени от царевицата могат да се разглеждат, като представителни за тази група култури. Целта на настоящото изследване е да се анализират колебанията и промените на климата, вкл. тенденциите към засушаване, както и тяхното въздействие по отношение на агросистемата на царевицата за представителни групи почви и климатични райони на Северна България. Обхванати са периодите 1951–2004 г. и 1970–2004 г., като вторият е представителен за условията на съвременния климат.

Г11-30. М. Иванова, 2024. Почва, вода и климат за устойчиво земеделие. Сборник Българско почвоведско дружество, София, 2024, стр. 21-47. Под общата редакция на доц. д-р Бисер Христов. ISSN 2683-0310. Пленарен доклад по случай Световния ден на

почвата 5 декември и Националната конференция „Екология и агротехнологии – фундаментална наука и практическа реализация“ 2023 г.
<https://www.bsss.bg/Archive/SoilDay2023.pdf>

Abstract

Effective soil moisture management practices are the basis of effective agriculture and the challenge of preventing hunger in a changing climate. Irrigation increases yields of maize, tobacco and others by more than 2 times, and for other crops - by more than 1.7-1.8 times. Growing vegetables, rice and others without irrigation is impossible. With irrigation, yields are 3-4 times more stable in different climatic years. The coefficient of variation with irrigation is 10-17%, and without irrigation - 25-60%. Higher yield stability has an impact on the country's imports and exports, the volume of storage facilities and others, including the stability of food prices. The economic effect of irrigation during dry years increases by more than 50%.

As a result of the review, the following measures are proposed to increase the adaptation of irrigation and irrigated agriculture in the country to droughts: • improving the management, use and conservation of water resources in irrigated agriculture • improving the efficiency of the management and use of the constructed irrigation systems and improving the technological and technical means for irrigation • using rational and economically justified irrigation schedules for irrigated crops and improving the technologies for growing crops in conditions of drought and water deficit.

Резюме

Ефективните практики за управление на влагата в почвата са в основата на ефективното земеделие и предизвикателството за предотвратяване на глада при променящия се климат. Напояването увеличава добивите при царевичата, тютюна и други над 2 пъти, а при останалите култури - над 1.7-1.8 пъти. Отглеждането на зеленчуци, ориз и други без напояване е невъзможно. При напояване през отделните климатични години добивите са 3-4 пъти по стабилни. Коефициентът на вариация при напояване е 10-17%, а без напояване - 25-60%. По-високата стабилност на добивите има значение за вноса и износа на страната, обема на складовата база и други, включително върху стабилността на цените на хранителните стоки. Икономическият ефект от напояването през сухите години нараства с повече от 50%.

В резултат на направения обзор се предлагат следните мерки за повишаване на адаптацията на напояването и поливното земеделие на страната към засушаванията: • подобряване на управлението, използването и опазването на водните ресурси в поливното земеделие • подобряване на ефективността в управлението и използването на изградените напоителни системи и усъвършенстване на технологичните и технически средства за напояване • използване на рационални и икономически обосновани поливни режими на напояваните култури и усъвършенстване на технологиите за отглеждане на културите в условия на засушавания и воден дефицит.

Г11-31. Попова, З., **М. Иванова**, Л.С.Перейра, В. Александров, М. Керчева, К. Донева, П. Александрова. Оценка на уязвимостта на земеделието към суша за основни климатични райони и групи почви в България. В: Попова З. (Ред.) Оценка на риска от засушаване в земеделието и управление на напояването чрез симулационни модели. Издател ИПАЗР Н.Пушкарров, София. стр. 166-207; ISBN 978-954-394-080-6.

Abstract

There are a lot of facts proving that Global Climate Change affects the frequency and severity of extreme events as meteorological and consequent agricultural drought. The necessity to develop methodologies and simulation tools for better understanding, forecasting and managing the risk of such events is evident for the society. This study assesses the vulnerability of agriculture to drought in Bulgaria, which to some extent is representative for South East Europe (SEE), using the WINISAREG model and seasonal standard precipitation index SPI2 for the period 1951-2004. The model was previously validated for maize on soils of small, medium and large total available water (*TAW*) in various locations of Bulgaria. Simulations are performed for the regions of Plovdiv, Stara Zagora, Sandanski and Sofia (South Bulgaria) and Pleven, Lom, Silistra and Varna (North Bulgaria). Results relative to Plovdiv show that in soils of large *TAW* (180 mm m^{-1}) net irrigation requirements (*NIRs*) range 0-40 mm in wet years and 350-380 mm in dry years. In soils of small *TAW* (116 mm m^{-1}), *NIRs* reach 440 mm in the very dry year. *NIRs* in Sofia and Silistra are about 100 mm smaller than in Plovdiv while in Sandanski they are 30-110 mm larger. Rainfed maize is associated with great yield variability in Bulgaria ($29\% < C_v < 72\%$). Considering an economical relative yield decrease (RYD) threshold of 60 and 48% of the potential maize productivity in Plovdiv and Sofia, 32 % of years are risky when *TAW*= 180 mm m^{-1} in Plovdiv, that is double than in Sofia and half than in Sandanski. In North Bulgaria the economical RYD threshold is 67, 55 and 60% for Pleven, Lom and Silistra. When *TAW*= 180 mm m^{-1} only about 10% of the years are risky in Pleven and Silistra that is half than in Lom. When *TAW* is medium (157 mm m^{-1}) the risky years rise to 19, 35 and 45 % in the three sites respectively and reach 50% in Varna. In Plovdiv region reliable relationships ($R^2 > 91\%$) were found for seasonal agricultural drought relating the SPI2 for “July-Aug” with the simulated RYD of rainfed maize while in Stara Zagora, Sandanski and Sofia the relationships were less accurate ($73 < R^2 < 83\%$). The study found statistically significant correlations between SPI2 “July-Aug” and simulated RYD of rainfed maize for North Bulgaria as well ($R^2 > 80\%$). Results indicate that when rainfed maize is grown on soils of large *TAW* maize development is less affected by the water stress. Thus in such soils South Bulgaria economical losses are produced when high peak season SPI2 $< +0.2$ in Sandanski, SPI2 < -0.50 in Plovdiv and Stara Zagora and SPI2 < -0.90 in Sofia. In North Bulgaria the respective threshold ranges between SPI2 “July-Aug” < -0.75 (Lom) and SPI2 < -1.5 (Pleven). The corresponding NIR thresholds were identified. The derived reliable relationships and specific thresholds of seasonal SPI2 “July-Aug”, under which soil moisture deficit leads to severe impact of drought on rainfed maize yield in the studied climate regions and soils, are to some extent representative of a wider area of South East Europe. They are used for elaboration of drought vulnerability maps and identification of drought prone territories at regional and national level.

Резюме

Съществуват много факти, доказващи, че глобалното изменение на климата влияе върху честотата и тежестта на екстремните събития като метеорологична и последваща селскостопанска суша. Необходимостта от разработване на методологии и симулационни инструменти за по-добро разбиране, прогнозиране и управление на риска

от такива събития е очевидна за обществото. Това проучване оценява уязвимостта на селското стопанство към суша в България, което в същата степен е представително за Югоизточна Европа (ЮИЕ), използвайки модела WINISAREG и сезонния стандартизиран валежен индекс SPI2 за периода 1951-2004 г. Моделът е валидиран преди това за царевица върху почви с малка, средна и голяма водозадържаща способност (TAW) в различни райони на България. Симулации са извършени за районите на Пловдив, Стара Загора, Сандански и София (Южна България) и Плевен, Лом, Силистра и Варна (Северна България). Резултатите за Пловдив, показват, че при почви с голяма TAW (180 mm m^{-1}) нетните напоителни норми (NIR) варират от 0-40 mm през влажните години до 350-380 mm през сухите години. При почви с малка TAW (116 mm m^{-1}), NIR достигат 440 mm през много сухата година. NIR в София и Силистра са с около 100 mm по-малки, отколкото в Пловдив, докато в Сандански са с 30-110 mm по-големи. Неполивната царевица е свързана с голяма вариационност на добива в България ($29\% < C_v < 72\%$). Като се има предвид прагът на икономическо относително намаление на добива (RYD) от 60 и 48% от потенциалната продуктивност на царевицата в Пловдив и София, 32% от годините са рискови, когато TAW= 180 mm m^{-1} в Пловдив, което е двойно повече отколкото в София и наполовина отколкото в Сандански. В Северна България икономическият праг на RYD е 67, 55 и 60% за Плевен, Лом и Силистра. Когато TAW= 180 mm m^{-1} , само около 10% от годините са рискови в Плевен и Силистра, което е наполовина отколкото в Лом. Когато TAW е среден (157 mm m^{-1}), рисковите години се увеличават съответно до 19, 35 и 45% в трите района и достигат 50% във Варна. В област Пловдив са установени надеждни зависимости ($R^2 > 91\%$) за сезонна селскостопанска суша, свързващи SPI2 за „юли-август“ със симулираните RYD при неполивна царевица, докато в Стара Загора, Сандански и София зависимостите са по-малко точни ($73 < R^2 < 83\%$). Проучването открива статистически значими корелации между SPI2 „юли-август“ и симулираните RYD на неполивна царевица, и за Северна България ($R^2 > 80\%$). Резултатите показват, че когато неполивна царевица, се отглежда върху почви с голяма TAW, развитието на царевицата е по-малко засегнато от водния стрес. По този начин, при такива почви в Южна България се генерират икономически загуби, когато в пиковия сезон SPI2 $< +0,2$ в Сандански, SPI2 $< -0,50$ в Пловдив и Стара Загора и SPI2 $< -0,90$ в София. В Северна България съответният праг варира между SPI2 „юли-август“ $< -0,75$ (Лом) и SPI2 $< -1,5$ (Плевен). Идентифицирани са съответните NIR прагове. Получените надеждни зависимости и специфични прагове на сезонния SPI2 „юли-август“, при които дефицитът на почвена влага води до силно въздействие на сушата върху добива на неполивна царевица, в изследваните климатични райони и почви, са до известна степен представителни за по-широк район на Югоизточна Европа. Те се използват за разработване на карти на уязвимостта от суша и идентифициране на територии, предразположени към суша, на регионално и национално ниво.

Г11-32. Попова З., Иванова М. 2012. Сравняване на загубите на добив от неполивна царевица и напоителни норми в България. В: Попова З. (Ред.) Оценка на риска от засушаване в земеделието и управление на напояването чрез симулационни модели. Издател ИПАЗР Н.Пушкарков, София, стр. 208-218. ISBN 978-954-394-080-6.
https://www.researchgate.net/publication/268817706_RISK_ASSESSMENT_OF_DROUGHT_IN_AGRICULTURE_AND_IRRIGATION_MANAGEMENT_THROUGH_SIMULATION_MODELS

Abstract

This study compares relative yield decrease RYD of rainfed maize and net irrigation requirements NIRs for representative climate regions and soil groups in Bulgaria using the WINISAREG model for the period 1951-2004. The model was previously validated for maize hybrids of different sensitivity to water stress on soils of small, medium and large total available water TAW. Simulations are performed for Plovdiv, Stara Zagora, Sofia, Sandanski, Pleven, Lom, Silistra and Varna. RYDs are the largest in Sandanski. If TAW is medium (136-157 mm m⁻¹) there, RYD ranges from 65 to 85 % over the average years heaving probability 40<P_{RYD}<75%. Yield losses are also high in Plovdiv ranging from 60 to 70% respectively. Results indicate that RYDs are the lowest in Sofia and Pleven (30<RYD<50%). RYD increase to over 80 % in Plovdiv and surpass 60% in Sofia in dry years (P_{RYD}<25%). During the wet years (P_{RYD}>85%) RYD is less than 20% for the main agricultural regions in this country, except for the Black Sea (Varna) and the Transitional Mediterranean (Sandanski) climate zones. If TAW=136 mm m⁻¹ maize irrigation requirements NIRs range from 270 and 300 mm in Sandanski for the average demand years (40<P_{NIR}<75%). NIRs range between 200 and 270mm in the region of Plovdiv respectively. They are the lowest in Silistra and Sofia field (120-180mm). NIRs reach 480 mm in Sandanski, 430 mm in Plovdiv and 350 mm in Silistra, Pleven and Varna in the very dry years (P_{NIRs}<5%). NIRs are below 100mm practically for all agricultural regions in wet years (P_{RYD}>85%), except for Varna and Sandanski.

Резюме

Това проучване сравнява относителното намаление на добива на зърно (RYD) от неполивна царевица и нетните напоителни норми (NIR) за представителни климатични региони и почвени групи в България, използвайки модела WINISAREG за периода 1951-2004г. Моделът е валидиран преди това за хибриди на царевица с различна чувствителност към воден стрес върху почви с малка, средна и голяма водозадържаща способност (TAW). Симулации са извършени за Пловдив, Стара Загора, София, Сандански, Плевен, Лом, Силистра и Варна. RYD е най-високо в Сандански. На почви със средна TAW (136-157 mm m⁻¹) там, RYD варира от 65 до 85% през средните години с обезпеченост на относителното намаление на добива 40<P_{RYD}<75%. Загубите на добив също са високи в Пловдив, вариращи съответно от 60 до 70%. Резултатите показват, че RYD са най-ниски в София и Плевен (30<RYD<50%). RYD се увеличава до над 80% в Пловдив и надхвърля 60% в София през сухите години (P_{RYD}<25%). През влажните години (P_{RYD}>85%) RYD е по-малко от 20% за основните земеделски райони в страната, с изключение на Черноморската (Варна) и Преходно-средиземноморската (Сандански) климатични зони. Ако TAW=136 mm m⁻¹ нуждите от напояване на царевицата, NIR варират от 270 до 300 mm в Сандански за годините със средна обезпеченост (40<P_{NIR}<75%). NIR варират между 200 и 270 mm съответно в района на град София. Те са най-ниски в Силистра и Софийско поле (120-180 mm). NIR достигат 480 mm в Сандански, 430 mm в град София и 350 mm в Силистра, Плевен и Варна в много сухите години (P_{NIRs}<5%). NIR са под 100 mm практически за всички земеделски райони във влажни години (P_{RYD}>85%), с изключение на Варна и Сандански.