СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
СОФИЯ
Вх. № НУЛ-156
13.10. 2026 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „Доктор" в област на висше образование 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина, професионално направление 6.1. Растениевъдство, научна специалност "Почвознание".

Автор на дисертационния труд: Веселинка Калинова Петрова, докторант на самостоятелна подготовка по докторска програма "Почвознание" към Селскостопанска академия, Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Никола Пушкаров", гр. София

Тема на дисертационния труд: Екологични аспекти при отглеждането на лупина на алувиално-ливадна почва

Член на научното жури: доц. д-р Бойка Здравкова Малчева, Лесотехнически университет, област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, ПН 4.4. Науки за земята, научна специалност "Екология и опазване на екосистемите", определена за член на научното жури със заповед № РД-05-166 / 28.07.2026 год. от Председателя на ССА.

I. Кратко представяне на докторанта

Веселинка Калинова Петрова притежава последователна образователна и професионална подготовка в областта на аграрните науки и практическото приложение на придобитите знания. В периода 2003–2008 г. завършва висшето си образование в Аграрен университет – Пловдив, където придобива образователно-квалификационна степен „бакалавър" по „Агрономство". Впоследствие продължава обучението си в същия университет и през 2009 г. придобива образователно-квалификационна степен „магистър" по „Лозарство и винарство".

Професионалното ѝ развитие е свързано с практическото приложение на знанията в областта на екологията и озеленяването. От декември 2011 г. работи в Столична община – район „Банкя" като еколог, старши експерт и дизайнер в озеленяването, като професионалните ѝ задължения включват организация и предоставяне на методически насоки в сферата на озеленителните дейности.

Научното ѝ развитие продължава в Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров", отдел „Физика, ерозия и почвена биота", където през периода 2024–2025 г. е докторант на самостоятелна подготовка. Придобитото агрономическо образование и продължителният практически опит в областта на екологията и озеленяването създават подходяща професионална основа за последващото ѝ развитие като изследовател в областта на почвознанието и почвената биота.

II. Обща характеристика на дисертацията и автореферата – обем и структура

Дисертационният труд е представен в обем от 141 страници и е структуриран в осем основни раздела: Увод; Литературен обзор; Обект, материал и методи; Резултати и обсъждане; Изводи; Приноси; Литература; Списък на публикациите във връзка с дисертацията. Експерименталните резултати са систематизирани и онагледени в 26 таблици и 19 фигури. Библиографската справка включва 130 литературни източника.

Литературният обзор е структуриран в пет тематични направления, обхващащи значението и разпространението на лупината, симбиотичната и асоциативната азотфиксация, смесената инокулация на бобови култури с грудкови бактерии и други растежно-стимулиращи микроорганизми, както и азотфиксацията при лупината.

Експерименталната част включва характеристика на обекта на изследване, използваните материали и методи, съдови и полски опити с лупина и тритикале и статистическа обработка на получените данни.

Разделът „Резултати и обсъждане“ е организиран съобразно експерименталната постановка и включва резултатите от съдовите и полските опити с лупина, както и оценка на последействието на приложените при лупината третирания върху тритикале. Анализирани са микробиологични, биохимични, агрохимични и растителни показатели, включително числеността на различни физиологични и таксономични групи почвени микроорганизми, общата биологична активност и микробиалния биомасен въглерод, съдържанието на общ азот, макро- и микроелементи, растителните параметри и добива. Авторефератът е разработен в обем от 35 страници и отразява основните структурни и съдържателни компоненти на дисертационния труд. Представени са обосновката на изследването, целта и шестте конкретни задачи, обектът, материалите и методите, експерименталните постановки, основните резултати, изводите и приносите. Целта на изследването е насочена към проучване на ефекта от самостоятелната инокулация с бактерии от род *Bradyrhizobium* и смесената инокулация с бактерии от род *Bradyrhizobium* и *Azospirillum* върху качеството на растителната продукция от бяла сладка лупина, активността на почвената микрофлора и последействието върху добива и качеството на тритикале.

Структурата на дисертационния труд е логична и съответства на поставената цел и изследователски задачи. Отделните раздели са последователно свързани и представят теоретичната основа на разработката, използвания методичен подход, получените експериментални резултати и направените въз основа на тях обобщения. Авторефератът представя в синтезиран вид основното съдържание на дисертацията и отразява проведените изследвания и получените резултати.

III. Актуалност на изследвания проблем

Темата на дисертационния труд е актуална и значима както в научен, така и в научно-приложен аспект, тъй като е свързана с търсенето на биологични подходи за поддържане на почвеното плодородие и ограничаване на необходимостта от интензивно минерално торене. В този контекст използването на биологичната азотфиксация и микробиалните инокулации представлява перспективен подход за по-устойчиво земеделско производство.

Изборът на бялата сладка лупина (*Lupinus albus saccharatus* L.) като обект на изследване допълнително определя актуалността на разработката. Културата съчетава висока хранителна и фуражна стойност с агроекологични предимства, свързани със способността ѝ да обогатява почвата с биологично свързан азот и органично вещество, да подобрява почвената структура и да бъде подходящ предшественик в сеитбообращенията.

Съществен аргумент за актуалността на изследването е недостатъчната проученост на азотфиксиращите системи при лупината в български условия. Въпреки натрупаните у нас данни за азотфиксацията при различни култури, отзивчивостта на лупината към специфични грудкови бактерии от род *Bradyrhizobium* и ефективността на формираните симбиотични системи остават недостатъчно изследвани.

Особен интерес представлява проучването както на самостоятелна инокулация с *Bradyrhizobium*, така и на смесена инокулация със симбиотични и асоциативни азотфиксиращи бактерии от родовете *Bradyrhizobium* и *Azospirillum*. Това позволява комплексна оценка на ефекта върху почвената микрофлора, азотфиксиращия потенциал, добива и качеството на растителната продукция, както и подбор на ефективни комбинации от микроорганизми и органично торене.

Актуалността на разработката се допълва от проследяването на последействието на приложените при лупината третирания върху тритикале. По този начин се оценява не само непосредственият ефект върху лупината, но и значението на приложените третирания за следващата култура в сеитбообращението.

Считам, че избраният научен проблем е добре обоснован и актуален. Дисертационният труд съчетава почвено-микробиологични и агрономични аспекти и предоставя резултати с значение за използването на азотфиксиращи микроорганизми при лупина, поддържането на почвеното плодородие и по-устойчивото използване на ресурсите в земеделските системи.

IV. Литературна осведоменост и теоретична подготовка на кандидата

Представеният в дисертационния труд литературен обзор показва добра литературна осведоменост и необходимата теоретична подготовка на докторантката по разработвания научен проблем. Проучени и систематизирани са литературни данни, свързани с биологичните и агроекологичните особености на лупината, биологичната азотфиксация и възможностите за използване на азотфиксиращи микроорганизми при бобови култури.

Литературният обзор е логично структуриран в пет взаимно свързани направления: значение и разпространение на лупината; симбиотична азотфиксация при бобовите растения; асоциативна азотфиксация; смесена инокулация с грудкови и други растежно-стимулиращи микроорганизми; азотфиксация при лупина. Структурата последователно насочва изложението от теоретичните основи към конкретния научен проблем на дисертацията.

Особено внимание е отделено на симбиотичните и асоциативните азотфиксиращи микроорганизми, подбора на ефективни и генетично съвместими комбинации между растение и бактериален щам и възможностите за смесена инокулация. По този начин е изградена необходимата теоретична основа за експерименталната работа с представители на родовете *Bradyrhizobium* и *Azospirillum*.

Литературният анализ очертава и недостатъчно проучените аспекти на проблема, по-специално отзивчивостта на лупината към инокулация със специфични бактерии от род *Bradyrhizobium* и симбиотичната азотфиксация при лупина в полски условия.

Библиографската справка включва 130 литературни източника, от които 12 на кирилица и 118 на латиница, осигуряващи достатъчна информационна основа за разработването на темата. Литературните данни са използвани не само при изграждането на обзора, но и при интерпретацията на собствените експериментални резултати.

Считам, че литературният обзор е тематично насочен и създава необходимата теоретична основа за проведените изследвания. Подборът и анализът на литературните данни, както и съпоставянето им със собствените резултати, показват добра теоретична подготовка и способност на докторантката за научна интерпретация на получените резултати.

V. Методичен подход

Методичният подход в дисертационния труд е съобразен с поставената цел и изследователските задачи. Изследванията са проведени чрез съдови и полски опити с бяла сладка лупина и тритикале върху Алувиално-ливадна почва, което позволява да се оцени както непосредственият ефект от приложените третирания при лупината, така и тяхното последействие върху следваща житна култура.

Експерименталната схема включва самостоятелна и смесена инокулация на бяла сладка лупина (*Lupinus albus saccharatus* L.) с азотфиксиращи бактерии, като в съдовия опит с лупина са изпитани седем щама *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) и *Azospirillum*

brasilense 107, както и варианти с органично и минерално торене. Съдовите опити дават възможност за сравнителна оценка и подбор на ефективни бактериални щамове и комбинации, а последващото им изпитване при полски условия повишава практическата стойност на получените резултати.

Използван е комплекс от микробиологични, биохимични, химични, агрохимични и физични методи. Проследени са основни физиологични и таксономични групи почвени микроорганизми, азотфиксиращата активност, общата биологична активност и микробиалният биомасен въглерод, както и показатели, характеризиращи почвата, растежа, минералния състав, добива и качеството на растителната продукция.
Получените експериментални данни са подложени на статистическа обработка с подходящи критерии за оценка на достоверността на установените различия между контролните и експерименталните варианти.

Считам, че приложеният методичен подход е комплексен и адекватен на поставената цел и задачи. Съчетаването на съдови и полски експерименти, микробиологични, биохимични и агрохимични изследвания, както и проследяването на последействието върху тритикале, осигуряват достатъчна експериментална основа за обективна оценка на ефекта от изследваните микробиални инокулации и за формулиране на обосновани изводи.

VI. Значимост и убедителност на получените резултати, интерпретации и изводи

Получените в дисертационния труд резултати са значими и са пряко свързани с поставената цел и изследователските задачи. Те обхващат ефекта на самостоятелната и смесената инокулация с азотфиксиращи микроорганизми върху почвената микрофлора и биологичната активност на почвата, азотфиксацията, растежа, минералния състав и продуктивността на бялата сладка лупина, както и последействието на приложените третирания върху тритикале.

Резултатите от съдовите и полските изследвания показват ясно изразени различия между изпитваните варианти и позволяват да бъде откроена ефективността на щам *Bradyrhizobium* sp. 300, приложен самостоятелно, в комбинация с оборски тор или съвместно с *Azospirillum brasilense* 107. Установено е положително влияние върху редица микробиологични и биохимични показатели на ризосферната почва, върху растителните показатели и минералния състав на лупината. Получените резултати са подкрепени със статистическа обработка, което повишава тяхната убедителност.

Съществена страна на разработката е проследяването на последействието върху тритикале. Резултатите показват, че приложените при предшестващата култура третирания оказват влияние върху развитието на почвената микрофлора, растежа, добива и минералния състав на последващата житна култура. По този начин получените данни имат значение не само за оценката на непосредствения ефект от микробиалните инокулации при лупината, но и за тяхното място в системата почва–предшественик–следваща култура.

Интерпретацията на резултатите е извършена в съпоставка с данни от специализираната литература, като са обсъдени установените зависимости и ефектите на отделните инокулации и комбинации. Това позволява собствените резултати да бъдат поставени в контекста на съществуващите научни познания и подпомага аргументирането на направените обобщения.

На базата на проведените изследвания са формулирани 15 извода, които обобщават основните резултати от съдовите и полските експерименти с лупина и от оценката на последействието върху тритикале. Изводите са конкретни, свързани с

поставените задачи и в основната си част са подкрепени от представените експериментални данни и статистически доказани различия.

Считам, че получените резултати са достатъчно убедителни и дават основание за направените обобщения и изводи. Особена значимост имат установяването на ефективни варианти на микробиална инокулация при бяла сладка лупина и доказаното им последействие върху тритикале, което придава на резултатите както научна, така и практическа стойност.

VII. Приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд са формулирани пет приноса, които съответстват на основните резултати от проведените изследвания. Приемам представените приноси по същество, като според характера им те могат да бъдат разграничени на научно-фундаментални и научно-приложни.

Научно-фундаментални приноси. Към тази група отнасям получените нови данни за взаимодействието между бялата сладка лупина и изследваните азотфиксиращи микроорганизми. Проведено е сравнително проучване на седем щама *Bradyrhizobium* sp. при условията на Алувиално-ливадна почва и са разширени познанията за влиянието на азотфиксиращите бактерии върху грудкообразуването, биологичната азотфиксация, натрупването на макро- и микроелементи и биометричните показатели на лупината. Съществен принос представлява и изследването на възможностите за смесена инокулация на лупина със симбиотични бактерии от род *Bradyrhizobium* и асоциативни азотфиксиращи бактерии *Azospirillum brasilense*. Получени са и данни за последействието на микробиалните инокулации върху биологичните характеристики на почвата и върху последващата житна култура – тритикале.

Научно-приложни приноси. С практическа значимост е селекционирането на ефективен щам *Bradyrhizobium* sp. 300 и установяването на подходящи варианти за неговото самостоятелно и комбинирано приложение. Като особено перспективна за практиката е определена комбинацията между *Bradyrhizobium* sp. 300 и органично торене, показала положителен ефект върху продуктивността на лупината и при полски условия. Практическа стойност имат и установените комбинации с *Bradyrhizobium* sp. 300 и *Azospirillum brasilense* 107, както и доказаното положително последействие на приложените при лупината микробиални инокулации върху растежа, добива и качествените показатели на тритикале.

Считам, че приносите произтичат от проведените изследвания и получените експериментални резултати и отразяват научната и приложната стойност на дисертационния труд. Те разширяват познанията за използването на симбиотични и асоциативни азотфиксиращи бактерии при лупина и очертават практически приложими подходи за микробиална инокулация, включително с оглед на положителното им последействие върху следваща житна култура.

VIII. Оценка на качеството на научните публикации, отразяващи резултатите в дисертацията

Резултатите от дисертационния труд са отразени в три научни публикации в *Journal of Balkan Ecology*, реферирано и индексирано в Web of Science – CABI, без импакт фактор. В първите две публикации Веселинка Петрова е първи автор, а третата публикация е самостоятелна.

Публикациите са пряко свързани с тематиката на дисертационния труд и представят съществени резултати от проведените изследвания. Те отразяват влиянието на инокулацията с азотфиксиращи бактерии и органичното торене върху бялата сладка

лупина, ефекта на *Bradyrhizobium* sp. върху биологичната активност и ризосферната микрофлора, както и влиянието на приложените третирания върху продуктивността на културата.

Считам, че представените научни публикации отразяват основни резултати от дисертационното изследване и са тематично свързани с неговата цел и задачи. Публикуването им в реферирано и индексирано издание, както и водещото авторство на докторантката в две от публикациите и самостоятелното авторство в третата, дават основание за положителна оценка на публикационната дейност и личния ѝ принос при представянето на резултатите от дисертационния труд.

IX. Критични бележки, въпроси и препоръки към кандидата

Дисертационният труд е разработен задълбочено и получените резултати имат научна и научно-приложна значимост. Като бележка бих отбелязала, че част от формулираните изводи биха могли да бъдат обединени и представени по-синтезирано, което би позволило още по-ясно да се подчертаят най-съществените резултати от проведените изследвания.

Получените резултати показват ефективността на изследваните микробиални инокулации при конкретните условия на проведените експерименти и същевременно поставят въпроса за възможностите за тяхното по-широко приложение. В тази връзка бих искала да задам следния въпрос към докторантката: кои фактори според нея биха могли в най-голяма степен да повлияят върху ефективността на установените микробиални инокулации при прилагането им върху други типове почви и при различни почвено-климатични условия?

Като препоръка за бъдещата научна работа бих насърчила продължаване на изследванията при различни почвени и агроекологични условия с оглед оценка на устойчивостта и по-широката приложимост на установените ефекти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на приложените от докторанта различни методи на изследване, правилно изведените експерименти, направените обобщения и изводи считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ССА.

Това ми дава основание да оценя положително дисертационния труд и да предложа да се присъди на Веселинка Калинова Петрова образователната и научна степен „Доктор" в област на висше образование 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина, професионално направление 6.1. Растениевъдство, научна специалност "Почвознание".

Дата: 03.10.2026 г.

ИЗГОТВИЛ РЕЦЕНЗИЯТА:

(доц. д-р Бойка Малчева)

REVIEW

of a dissertation submitted for the award of the Educational and Scientific Degree "Doctor" in Field of Higher Education 6. Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Professional Field 6.1. Crop Science, Scientific Specialty "Soil Science"

Author of the dissertation: Veselinka Kalinova Petrova, independent doctoral candidate in the Doctoral Programme "Soil Science" at the Agricultural Academy, Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Poushkarov", Sofia

Title of the dissertation: Ecological Aspects of Lupin Cultivation on Alluvial-Meadow Soil

Member of the Scientific Jury: Assoc. Prof. Boyka Zdravkova Malcheva, PhD, University of Forestry, Field of Higher Education 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics, Professional Field 4.4. Earth Sciences, Scientific Specialty "Ecology and Ecosystem Conservation", appointed as a member of the Scientific Jury by Order No. RD-05-166/28.07.2026 of the President of the Agricultural Academy.

I. Brief Presentation of the Doctoral Candidate

Veselinka Kalinova Petrova has a consistent educational and professional background in the field of agricultural sciences and in the practical application of the knowledge acquired. From 2003 to 2008, she completed her higher education at the Agricultural University of Plovdiv, where she obtained a Bachelor's degree in Agronomy. She subsequently continued her studies at the same university and, in 2009, obtained a Master's degree in Viticulture and Oenology.

Her professional development is associated with the practical application of knowledge in the fields of ecology and landscaping. Since December 2011, she has been employed by Sofia Municipality – Bankya District as an ecologist, senior expert, and landscape designer. Her professional responsibilities include the organization of landscaping activities and the provision of methodological guidance in this field.

Her academic development continued at the Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Poushkarov", Department of Physics, Erosion and Soil Biota, where she was an independent doctoral candidate during the period 2024–2025. Her academic background in agronomy and extensive practical experience in ecology and landscaping provide an appropriate professional foundation for her further development as a researcher in the fields of soil science and soil biota.

II. General Characteristics of the Dissertation and the Abstract – Length and Structure

The dissertation comprises 141 pages and is structured into eight main sections: Introduction; Literature Review; Object, Materials and Methods; Results and Discussion; Conclusions; Contributions; References; and List of Publications Related to the Dissertation. The experimental results are systematically presented and illustrated in 26 tables and 19 figures. The reference list includes 130 sources.

The literature review is structured into five thematic areas covering the significance and distribution of lupin, symbiotic and associative nitrogen fixation, co-inoculation of leguminous crops with nodule bacteria and other plant growth-promoting microorganisms, as well as

nitrogen fixation in lupin. The experimental part includes a description of the study object, the materials and methods used, pot and field experiments with lupin and triticale, and statistical analysis of the obtained data.

The Results and Discussion section is organized in accordance with the experimental design and presents the results of the pot and field experiments with lupin, as well as an assessment of the residual effects of the treatments applied to lupin on triticale. Microbiological, biochemical, agrochemical, and plant parameters were analysed, including the abundance of different physiological and taxonomic groups of soil microorganisms, total biological activity and microbial biomass carbon, total nitrogen, macro- and microelement contents, plant parameters, and yield.

The dissertation abstract comprises 35 pages and reflects the main structural and substantive components of the dissertation. It presents the rationale for the study, its aim and six specific objectives, the study object, materials and methods, experimental designs, main results, conclusions, and contributions. The aim of the study is to investigate the effects of single inoculation with bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and co-inoculation with bacteria of the genera *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* on the quality of white sweet lupin plant production, soil microflora activity, and the residual effects on the yield and quality of triticale.

The structure of the dissertation is logical and consistent with the stated aim and research objectives. The individual sections are coherently interconnected and present the theoretical basis of the study, the methodological approach applied, the experimental results obtained, and the conclusions drawn from them. The dissertation abstract provides a concise presentation of the main content of the dissertation and adequately reflects the research conducted and the results obtained.

III. Relevance of the Research Problem

The topic of the dissertation is relevant and significant from both scientific and applied research perspectives, as it addresses the search for biological approaches to maintaining soil fertility and reducing the need for intensive mineral fertilization. In this context, the use of biological nitrogen fixation and microbial inoculation represents a promising approach to more sustainable agricultural production.

The choice of white sweet lupin (*Lupinus albus saccharatus* L.) as the study object further enhances the relevance of the research. The crop combines high nutritional and feed value with agroecological advantages related to its ability to enrich the soil with biologically fixed nitrogen and organic matter, improve soil structure, and serve as a suitable preceding crop in crop rotation systems.

An important argument for the relevance of the study is the insufficient investigation of nitrogen-fixing systems in lupin under Bulgarian conditions. Despite the available national research data on nitrogen fixation in various crops, the responsiveness of lupin to specific nodule bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and the efficiency of the resulting symbiotic systems remain insufficiently studied.

Of particular interest is the investigation of both single inoculation with *Bradyrhizobium* and co-inoculation with symbiotic and associative nitrogen-fixing bacteria of the genera *Bradyrhizobium* and *Azospirillum*. This allows a comprehensive assessment of their effects on soil microflora, nitrogen-fixing potential, crop yield and quality, as well as the selection of effective combinations of microorganisms and organic fertilization.

The relevance of the study is further enhanced by monitoring the residual effects of the treatments applied to lupin on triticale. Thus, the research evaluates not only the direct effects on lupin but also the significance of the applied treatments for the subsequent crop in the rotation.

I consider the selected research problem to be well justified and relevant. The dissertation integrates soil microbiological and agronomic aspects and provides results of significance for the use of nitrogen-fixing microorganisms in lupin cultivation, the maintenance of soil fertility, and the more sustainable use of resources in agricultural systems.

IV. Literature Review and Theoretical Background of the Doctoral Candidate

The literature review presented in the dissertation demonstrates the doctoral candidate's good knowledge of the relevant literature and the necessary theoretical background in the research problem under investigation. Literature data related to the biological and agroecological characteristics of lupin, biological nitrogen fixation, and the possibilities for using nitrogen-fixing microorganisms in leguminous crops have been reviewed and systematized.

The literature review is logically structured into five interrelated areas: significance and distribution of lupin; symbiotic nitrogen fixation in leguminous plants; associative nitrogen fixation; co-inoculation with nodule bacteria and other plant growth-promoting microorganisms; and nitrogen fixation in lupin. This structure consistently guides the discussion from the theoretical foundations to the specific research problem addressed in the dissertation.

Particular attention is paid to symbiotic and associative nitrogen-fixing microorganisms, the selection of effective and genetically compatible combinations of host plants and bacterial strains, and the possibilities for co-inoculation. Thus, the necessary theoretical basis is established for the experimental work with representatives of the genera *Bradyrhizobium* and *Azospirillum*.

The literature analysis also identifies insufficiently studied aspects of the research problem, particularly the responsiveness of lupin to inoculation with specific bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and symbiotic nitrogen fixation in lupin under field conditions.

The reference list includes 130 sources, of which 12 are in Cyrillic and 118 in Latin script, providing a sufficient information base for the development of the research topic. The literature data are used not only in the literature review but also in the interpretation of the candidate's own experimental results.

I consider the literature review to be thematically focused and to provide the necessary theoretical basis for the conducted research. The selection and analysis of the literature, as well as its comparison with the candidate's own results, demonstrate good theoretical preparation and the doctoral candidate's ability to scientifically interpret the obtained results.

V. Methodological Approach

The methodological approach applied in the dissertation is consistent with the stated aim and research objectives. The research was conducted through pot and field experiments with white sweet lupin and triticale on Alluvial-meadow soil, allowing the assessment of both the direct effects of the treatments applied to lupin and their residual effects on the subsequent cereal crop.

The experimental design includes single and co-inoculation of white sweet lupin (*Lupinus albus saccharatus* L.) with nitrogen-fixing bacteria. In the pot experiment with lupin, seven strains of *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) and *Azospirillum brasilense* 107 were tested, together with treatments involving organic and mineral fertilization. The pot experiments enabled comparative evaluation and selection of effective bacterial strains and combinations, while their subsequent testing under field conditions enhanced the practical relevance of the results obtained.

A comprehensive set of microbiological, biochemical, chemical, agrochemical, and physical methods was applied. The main physiological and taxonomic groups of soil microorganisms, nitrogen-fixing activity, total biological activity, and microbial biomass carbon were monitored, together with parameters characterizing the soil, plant growth, mineral composition, yield, and quality of the plant production.

The experimental data were subjected to statistical analysis using appropriate criteria to assess the significance of the differences between the control and experimental treatments.

I consider the applied methodological approach to be comprehensive and appropriate to the stated aim and objectives. The combination of pot and field experiments, microbiological, biochemical, and agrochemical analyses, as well as the assessment of residual effects on triticale, provides a sufficient experimental basis for an objective evaluation of the effects of the investigated microbial inoculations and for drawing well-founded conclusions.

VI. Significance and Reliability of the Results, Their Interpretation and Conclusions

The results obtained in the dissertation are significant and directly related to the stated aim and research objectives. They cover the effects of single and co-inoculation with nitrogen-fixing microorganisms on soil microflora and soil biological activity, nitrogen fixation, growth, mineral composition, and productivity of white sweet lupin, as well as the residual effects of the applied treatments on triticale.

The results of the pot and field experiments reveal clear differences among the tested treatments and highlight the effectiveness of *Bradyrhizobium* sp. 300, applied alone, in combination with manure, or together with *Azospirillum brasilense* 107. Positive effects were established on a number of microbiological and biochemical parameters of the rhizosphere soil, as well as on plant parameters and the mineral composition of lupin. The results are supported by statistical analysis, which enhances their reliability.

An important aspect of the study is the assessment of the residual effects on triticale. The results show that the treatments applied to the preceding crop influence the development of soil microflora, growth, yield, and mineral composition of the subsequent cereal crop. Thus, the obtained data are relevant not only to the assessment of the direct effects of microbial inoculation on lupin, but also to their role within the soil–preceding crop–subsequent crop system.

The results are interpreted in comparison with data from the specialized literature, with discussion of the observed relationships and the effects of the individual inoculations and their combinations. This places the candidate's own results within the context of existing scientific knowledge and supports the validity of the conclusions drawn.

Based on the conducted research, 15 conclusions have been formulated, summarizing the main results of the pot and field experiments with lupin and the assessment of the residual effects on triticale. The conclusions are specific, related to the research objectives, and are largely supported by the presented experimental data and statistically significant differences.

I consider the obtained results to be sufficiently convincing and to provide a sound basis for the generalizations and conclusions drawn. Of particular significance are the identification of effective microbial inoculation treatments for white sweet lupin and the demonstrated residual effects on triticale, which give the results both scientific and practical value.

VII. Contributions of the Dissertation

The dissertation presents five contributions that correspond to the main results of the conducted research. I accept the stated contributions in substance and, according to their nature,

they can be classified as fundamental scientific contributions and scientific-applied contributions.

Fundamental scientific contributions. This group includes the new data obtained on the interactions between white sweet lupin and the investigated nitrogen-fixing microorganisms. A comparative study of seven *Bradyrhizobium* sp. strains was conducted under the conditions of Alluvial-meadow soil, expanding the knowledge of the effects of nitrogen-fixing bacteria on nodulation, biological nitrogen fixation, macro- and microelement accumulation, and the biometric parameters of lupin. A significant contribution is also the investigation of the possibilities for co-inoculation of lupin with symbiotic bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and associative nitrogen-fixing bacteria *Azospirillum brasilense*. Data were also obtained on the residual effects of microbial inoculations on the biological characteristics of the soil and on the subsequent cereal crop – triticale.

Scientific-applied contributions. Of practical significance is the selection of the effective strain *Bradyrhizobium* sp. 300 and the identification of suitable treatments for its individual and combined application. The combination of *Bradyrhizobium* sp. 300 and organic fertilization was identified as particularly promising for practical application, showing a positive effect on lupin productivity under field conditions. The established combination of *Bradyrhizobium* sp. 300 with *Azospirillum brasilense* 107 is also of practical value, as is the demonstrated positive residual effect of the microbial inoculations applied to lupin on the growth, yield, and quality parameters of triticale.

I consider the contributions to arise directly from the conducted research and the experimental results obtained and to reflect the scientific and applied value of the dissertation. They expand the knowledge of the use of symbiotic and associative nitrogen-fixing bacteria in lupin and outline practically applicable approaches to microbial inoculation, including with regard to their positive residual effects on a subsequent cereal crop.

VIII. Assessment of the Quality of the Scientific Publications Reflecting the Dissertation Results

The results of the dissertation are reflected in three scientific publications in the *Journal of Balkan Ecology*, a journal referenced and indexed in Web of Science – CABI, without an Impact Factor. Veselinka Petrova is the first author of the first two publications, while the third is a single-author publication.

The publications are directly related to the topic of the dissertation and present significant results from the conducted research. They address the effects of inoculation with nitrogen-fixing bacteria and organic fertilization on white sweet lupin, the influence of *Bradyrhizobium* sp. on biological activity and rhizosphere microflora, as well as the effects of the applied treatments on crop productivity.

I consider the presented scientific publications to reflect major results of the dissertation research and to be thematically related to its aim and objectives. Their publication in a referenced and indexed journal, together with the doctoral candidate's first authorship of two of the publications and sole authorship of the third, provides grounds for a positive assessment of her publication activity and her personal contribution to the presentation of the dissertation results.

IX. Critical Remarks, Questions, and Recommendations to the Doctoral Candidate

The dissertation has been developed in depth, and the results obtained are of both scientific and applied scientific significance. As a remark, I would note that some of the

formulated conclusions could be combined and presented more concisely, which would allow the most significant results of the conducted research to be highlighted even more clearly.

The results obtained demonstrate the effectiveness of the investigated microbial inoculations under the specific experimental conditions and, at the same time, raise the question of their potential for broader application. In this regard, I would like to ask the doctoral candidate the following question: Which factors, in her opinion, could have the greatest influence on the effectiveness of the established microbial inoculations when applied to other soil types and under different soil and climatic conditions?

As a recommendation for future research, I would encourage the continuation of these studies under different soil and agroecological conditions in order to assess the consistency and broader applicability of the observed effects.

CONCLUSION

Based on the various research methods applied by the doctoral candidate, the properly conducted experiments, and the generalizations and conclusions drawn, I consider that the presented dissertation meets the requirements of the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria Act and the Regulations on the Terms and Procedure for Acquiring Scientific Degrees and Holding Academic Positions at the Agricultural Academy.

This gives me grounds to evaluate the dissertation positively and to propose that Veselinka Kalinova Petrova be awarded the Educational and Scientific Degree "Doctor" in Field of Higher Education 6. Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Professional Field 6.1. Crop Science, Scientific Specialty "Soil Science."

Date: 03.10.2026 **REVIEWER:**

(Assoc. Prof. Boyka Malcheva, PhD)