СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
AGRICULTURAL ACADEMY

ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА „НИКОЛА ПУШКАРОВ”
NIKOLA PUSHKAROV INSTITUTE OF SOIL SCIENCE, AGROTECHNOLOGIES AND PLANT PROTECTION

„ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ”

“ECOLOGY AND AGROTECHNOLOGIES – FUNDAMENTAL SCIENCE AND PRACTICAL REALIZATION”

“ЭКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ“

София
Sofia
2022



ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА „НИКОЛА ПУШКАРОВ”

NIKOLA PUSHKAROV INSTITUTE OF SOIL SCIENCE, AGROTECHNOLOGIES AND PLANT PROTECTION

СБОРНИК с ДОКЛАДИ

ОТ НАУЧЕН ФОРУМ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

“ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ –

ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ”

Том 3

PROCEEDINGS

OF THE SCIENTIFIC FORUM WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION

“ECOLOGY AND AGROTECHNOLOGIES –

FUNDAMENTAL SCIENCE AND PRACTICAL REALIZATION”

Volume3

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

НАУЧНОГО ФОРУМА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

“ЭКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ -

“ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ“

Том 3

София
2022

ISSN 2683-0663 (on-line)

Сборникът включва доклади, изнесени на научната конференция „ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ”, проведена за трета поредна година на 21-22.10. 2021 год.

Конференцията е организирана от ИПАЗР „Никола Пушкаров“ в сътрудничество с Научно-техническия съюз на специалистите от земеделието, Съюза на специалистите по качеството в България и Българското почвоведско дружество. Проведена е под патронажа на Председателя на Селскостопанска академия проф. дн Мартин Банов и е посветена на международния ден на почвата 5 декември.

Докладите са рецензирани и представят резултати от изследвания по трите основни направления на ИПАЗР „Никола Пушкаров“ (почвознание, механизация и хидромелиорации, растителна защита).

ISSN 2683-0663 (on-line)

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председател: проф. дн Ирена Атанасова, ИПАЗР

Зам. председатели:
проф. д-р Виолета Божанова, ССА
проф. дсн Божидар Георгиев, НТССЗ
проф. дтн Георги Тасев, ССКБ
проф. д-р Методи Теохаров, БПД
Членове:
проф. д-р Венета Кръстева, ИПАЗР
проф. д-р инж. Пламен Кангалов, РУ
проф. д-р инж. Валерий Чумаков, РГАУ-МСХА, Русия
проф. д-р Стефан Доер, Университет Суонзи, Англия
проф. двн Михаил Брошков, ОГАУ, Украйна
проф. д-р Тома Шишков, ИПАЗР
проф. д-р Екатерина Филчева, ИПАЗР
проф. д-р инж. Михо Михов, ИПАЗР
доц. д-р Мариана Христова, ИПАЗР
доц. д-р Милена Керчева, ИПАЗР
доц. д-р Ценко Въчев, ИПАЗР
доц. д-р Ганка Баева, ИРЕМК, Казанлък
доц. д-р Здравка Петкова, ИПАЗР, България
доц. д-р Свилен Стоянов, ТДК, Добрич
Техн. секретари:
гл.експертТоня Попова
гл.експерт Силвия Петрова
гл.експерт Пенка Костадинова

НАУЧЕН КОМИТЕТ

Председател: доц. д-р Галина Петкова, ИПАЗР
Членове:
проф. д-р Елена Тодоровска, ССА
проф. дн Александър Садовски, ИПАЗР
проф. д-р Светла Русева, ИПАЗР
проф. д-р Тотка Трифонова, ИПАЗР
проф. д-р Радка Донкова, ИПАЗР
проф. д-р Оля Караджова, ИПАЗР
проф. д-р инж. Снежан Божков, ИПАЗР
доц. д-р Маргарита Николова, ИПАЗР
доц. д-р Мая Бенкова, ИПАЗР
доц. д-р Пламен Иванов, ИПАЗР
доц. д-р Цецка Симеонова, ИПАЗР
доц. д-р инж. Весела Петрова, ИПАЗР

ISSN 2683-0663 (on-line)

С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

УСТОЙЧИВО УПРАВЛЕНИЕ НА ПОЧВИТЕ В ЕВРОПЕЙСКАТА ЗЕЛЕНА СДЕЛКА И СТРАТЕГИИТЕ ЗА „БИОРАЗНООБРАЗИЕ" И ОТ „ФЕРМАТА ДО ТРАПЕЗАТА"
Ирена Атанасова…….. 11

РЕЗОЛЮЦИЯТА НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ ЗА ЗАЩИТА НА ПОЧВИТЕ И ЗНАЧЕНИЕТО Й ЗА НАУКАТА И ПРАКТИКАТА
Методи Теохаров…….. 17

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ

STUDY OF LETTUCE BEHAVIOUR WITH THE APPLICATION OF NATURE WATER SOLUBLE ACTIVATOR
Christos Paschalidis, Stavros Sotiropoulos, Viktor Kavvadias, Dimitrios Petropoulos, Ch. Liakopoulou, Loukas Papakonstantinou, G. Chamurliev, Antonia Koriki…….. 24

STUDY ON THE EFFECT ON PRODUCTION, NUTRITION OF SPINAGE AND SOIL SUBSTANCE FROM THE USE OF SLUDGE
Stavros Sotiropoulos, Ioannis Kalavrouziotis, Sotirios Varnavas, Christos Paschalidis, Viktor Kavvadias, Antonia Koriki, Georgios Xirogiannis..... 31

ЗА НЕОБХОДИМОСТА ОТ ГЕОГРАФИЗАЦИЯ НА БЪЛГАРСКОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ
Веселин Бояджиев……. 38

VITICULTURE AND WINERY IN THE REGION OF PELOPONNESE OF GREECE
Loukas Papakonstantinou, Christos Paschalidis, Stavros Sotiropoulos, Dimitrios Petropoulos, Dimitrios Taskos, Dimitrios Paschalidis……. 44

APPROACHES FOR OPTIMIZATION OF MAIN NUTRIENTS WITH LINEAR AND INDTRINSICALLY NONLINEAR MODELS
Alexander Sadovski…… 47

ЕФЕКТ ОТ ИНОКУЛАЦИЯТА НА ПАПУДА С ГРУДКОВИ БАКТЕРИИ И МИКОРИЗНА ГЪБА
Галина Петкова, Костадинка Недялкова, Йонита Перфанова, Радка Донкова…… 54

ПРИЛОЖЕНИЕ НА КОМПОСТ И ВЛИЯНИЕТО МУ ВЪРХУ ФОТОСИНТЕТИЧНИТЕ ПЛАСТИДНИ ПИГМЕНТИ
Веселина Василева, А. Кацарова, М. Христова, Н. Динев…… 62

АГРОЕКОЛОГИЧЕН ПОТЕНЦИАЛ НА ЗЕМЛИЩЕТО НА С. КОВАЧЕВЦИ, ОБЩИНА САМОКОВ (ЧАСТ I). ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ ФАКТОРИ
Иванка Любенова…… 71

АГРОЕКОЛОГИЧЕН ПОТЕНЦИАЛ НА ЗЕМЛИЩЕТО НА С. КОВАЧЕВЦИ, ОБЩИНА САМОКОВ (ЧАСТ II). ОТНОСИТЕЛНА ОЦЕНКА (БОНИТИРОВКА) И КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ
Иванка Любенова…… 78

ЕФЕКТ НА ТОРЕНЕТО, ПОЧВЕНИТЕ ОБРАБОТКИ И БОРБА СЪС ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕТО В ПОЛСКИ ОПИТ С ЦАРЕВИЦА
Марина Стоянова, Илияна Герасимова, Ваня Лозанова, Здравка Петкова…… 85

АНТРОПОГЕННАТА ДЕЙНОСТ КАТО ФАКТОР ЗА ПРОЯВА НА ПОЧВЕНА ЕРОЗИЯ
Августа Степчич, Мустафа Хасанов…… 96

РЕЗУЛТАТИ ОТ ТОРЕНЕТО НА ПШЕНИЦА С АЗОТЕН, ФОСФОРЕН, КАЛИЕВ И СИЛИЦИЕВ ТОР ПРИ ПОЛСКИ ОПИТ НА АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА
Ваня Лозанова, Цецка Симеонова, Мая Бенкова, Люба Ненова, Илияна Герасимова,Здравка Петкова, Ани Кацарова, Мартин Ненов, Ирена Атанасова, Маргарита Николова, Милена Харизанова, Александър Садовски…… 102

МЕТОДИКА ЗА ПОТЕНЦИАЛНА ОЦЕНКА НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ В БЪЛГАРИЯ – РЕШЕНИ ЗАДАЧИ, ИЗВОДИ, ПРЕПОРЪКИ, НАУЧНИ ПРИНОСИ
Ивелина Радованова…….. 109

МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ПОЧВЕНИТЕ СВОЙСТВА В СЪОТВЕТСТВИЕ С ИЗИСКВАНЕТО НА МАСЛОДАЙНАТА РОЗА (*ROSA DAMASCENA* MILL.)
Веселин Панков, Венета Кръстева, Зорница Митрева…… 116

МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ПОЧВЕНИТЕ УСЛОВИЯ ЗА МАТОЧИНА
Веселин Панков, Венета Кръстева, Зорница Митрева…… 123

РОЛЯ НА ФЕРО ЙОНИТЕ ПРИ ОБРАЗУВАНЕ НА СМЕСЕНИ БИОФИЛМИ
Иво Ганчев…… 130

DISEASES OF CORN IN THE BLACK SEA STEPPE OF UKRAINE
Balan, G., Y. Enakiev, B. Elenov…… 141

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИЛИ И МОМЕНТИ В ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ С ПОМОЩТА НА ТЕНЗОСЪПРОТИВИТЕЛЕН ИНТЕГРИРАЩ ИЗМЕРВАТЕЛЕН ПЕРИОДОМЕТЪР
Свилен Стоянов, Десислава Михайлова…… 148

РАЗРАБОТВАНЕ НА МАШИНА ЗА РЕСУРСОСПЕСТЯВАЩА РЕЗИТБА В НАСАЖДЕНИЯ С МАСЛОДАЙНА РОЗА
Снежан Божков, Атем Качанов, Цонка Гьорина…… 157

МЕТОДИЧЕСКИ ОСНОВИ НА ИНЖЕНЕРНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ЗЕМЕДЕЛСКАТА ПРАКТИКА
Снежан Божков……. 169

ОЧИСТКА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ
Петр Осадчук, О. Г. Бурдо, А. В. Зыков, Дмитрий Домущи, Юрий Енакиев…… 178

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
Дмитрий Домущи, Петр Осадчук, А. Д. Устуянов, А.С. Лисенко, Юрий Енакиев…….. 184

VALIDATION OF SOIL WATER CONTENT AND EVAPOTRANSPIRATION UNDER MAIZE IN SOFIA FIELD USING LYSIMETER DATA, CERES MODEL AND VEGETATION INDICES
Zornitsa Popova, Felix Kogan, Wenze Young, Ramesh Singh, Maria Ivanova…….. 193

ПОСТЕРНА СЕСИЯ

ЕРОЗИОННИ ПРОУЧВАНИЯ В МАЛКИ ВОДОСБОРИ В СТАЦИОНАР „ИГРАЛИЩЕ"
Ели Павлова-Трайкова…….. 206

ЗНАЧЕНИЕ НА ТОРЕНЕТО ЗА РАЗВИТИЕ НА СЛЪНЧОГЛЕД ВЪВ ВЕГЕТАЦИОНЕН ОПИТ С АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА
Ана Кацарова, Цецка Симеонова, Мая Бенкова, Люба Ненова, Здравка Петкова…….. 213

УПОТРЕБА НА ПРИРОДНИ ЗЕОЛИТИ ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА МАРУЛЯ ВЪРХУ ПОЧВИ С ГРАДИЕНТ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ
Ана Кацарова, Мариана Христова, Николай Динев……. 221

ОЦЕНКА НА ВЛИЯНИЕТО НА НАДМОРСКАТА ВИСОЧИНА, КАТО САМОСТОЯТЕЛЕН ФАКТОР ВЪРХУ ОБЩОТО МИКРОБНО ЧИСЛО И СЪОТНОШЕНИЕТО НА ОСНОВНИТЕ ГРУПИ ПОЧВЕНИ МИКРООРГА-НИЗМИ В LUVISOLS ОТ ТЕРИТОРИЯТА НА ЗАПАДНА СТАРА ПЛАНИНА
Биляна Григорова-Пешева, Камелия Петрова…… 228

INFLUENCE OF DIFFERENT TILLAGE OPERATIONS ON SOIL CO_2 EMISSIONS
Gergana Kuncheva, Petar Dimitrov, Iliana Ivanova, Evgeni Enchev…… 236

ПРОМЕНИ В ПОЧВЕНО-АГРОХИМИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ПОЧВИ С ИНТЕНЗИВНО ЗЕМЕДЕЛИЕ
Ивайло Кирилов, Ваня Лозанова, Илиана Герасимова, Веселин Панков, Георги Димитров…… 242

СТАБИЛНОСТ НА СЪОТНОШЕНИЕТО ЛИНАЛОЛ И ЛИНАЛИЛАЦЕТАТ В ЕТЕРИЧНОТО МАСЛО НА БЪЛГАРСКИТЕ СОРТОВЕ ЛАВАНДУЛА
Станко Станев, Десислава Ангелова…….. 255

РАДИОЛОГИЧЕН СТАТУС НА МИНЕРАЛНИ ВОДИ ОТ ИЗВОРИ В И ОКОЛО ГРАД СОФИЯ
Радослава Лазарова, Милена Хрискозова……. 263

ЕФИКАСНОСТ И СЕЛЕКТИВНОСТ НА ХЕРБИЦИДА БИСМАРК КС ПРИ МАСЛОДАЙНА РОЗА /ROSA DAMASCENA MILL./
Десислава Ангелова, Ганка Баева……. 270

АЛЕЛОПАТИЧЕН ПОТЕНЦИАЛ НА РАСТИТЕЛНИ ВИДОВЕ ОТ РОД *SORGHUM*
Галина Петкова, Пламен Серафимов…… 275

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДЕСИКАНТИ ПРИ СОРГО ЗА ЗЪРНО (*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH] И ВЛИЯНИЕТО ИМ ВЪРХУ ПОЧВЕНАТА МИКРОФЛОРА, НЕПОСРЕДСТВЕНО СЛЕД ТРЕТИРАНЕ НА ПОСЕВА
Йонита Перфанова, Пламен Серафимов …… 291

ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИТЕ РЕЖИМИ НА НАПОЯВАНЕ ВЪРХУ БИОЛОГИЧНОТО РАЗВИТИЕ И КАЧЕСТВЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПИПЕР СОРТ „КУРТОВСКА КАПИЯ".
Весела Петрова-Браничева……..... 305

РЕЗЮМЕТА НА НЕПУБЛИКУВАНИТЕ В СБОРНИКА ДОКЛАДИ, ПРЕДСТАВЕНИ НА КОНФЕРЕНЦИЯТА

ВЛИЯНИЕ НА БИОВЪГЛЕН В КОМБИНАЦИЯ С АЗОТЕН ТОР ВЪРХУ УСВОЯВАНЕТО НА ХРАНИТЕЛНИ ВЕЩЕСТВА И ДОБИВ ОТ ЦАРЕВИЦА НА АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА
Мая Бенкова, Люба Ненова, Цецка Симеонова, Вера Петрова, Ангелина Микова, Ирена Атанасова…….. 313

BIOCONTROL OF *BACILLUS SUBTILIS* IS FACILIATED BY BIOFILM FORMATION AND SUPLANCIN PRODUCTION
Ivo Ganchev…… 313

LICHENIZED FUNGI (A*SCOMYCOTA*) FROM DUPKATA RESERVE (RHODOPI MTS, BULGARIA)
Dimitar Stoykov……..... 314

ЛИХЕНИЗИРАНИ ГЪБИ (A*SCOMYCOTA*) ОТ БИОСФЕРЕН

РЕЗЕРВАТ „МАНТАРИЦА“ (РОДОПИ ПЛАНИНА, БЪЛГАРИЯ)
Димитър Стойков…….. 314

ИЗНОС НА МАКРОЕЛЕМЕНТИ С БИОМАСАТА И ЛИЗИМЕТРИЧНИТЕ ВОДИ ОТ ПОЛСКИ ОПИТ С ЕЧЕМИК – ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ
Люба Ненова, Цецка Симеонова, Мая Бенкова, Ирена Атанасова…….. 315

ДОБРИ ЕВРОПЕЙСКИ РЕГУЛАТОРНИ ПРАКТИКИ ЗА СТИМУЛИРАНЕ ИЗГРАЖДАНЕТО НА ЗЕЛЕНИ ПОКРИВИ
Мариям Божилова, Миглена Жиянски, Пламен Глогов, Биляна Стоянова…… 315

EFFECT OF DIFFERENT ADITIVES ON THERMAL PROPERTIES OF FINE AND MEDIUM TEXTURED SOILS
Katerina Doneva, Milena Kercheva, Carles Rubio…….. 316

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

УСТОЙЧИВОТО УПРАВЛЕНИЕ НА ПОЧВИТЕ В ЕВРОПЕЙСКАТА *ЗЕЛЕНА СДЕЛКА*, СТРАТЕГИИТЕ ЗА *"БИОРАЗНООБРАЗИЕ"* И *„ОТ ФЕРМАТА ДО ТРАПЕЗАТА“* /2030 Г./

проф. дн Ирена Атанасова

Директор на ИПАЗР „Н. Пушкаров”,
Селскостопанска Академия
i.d.atanassova@abv.bg

„Изменението на климата, биоразнообразието, продоволствената сигурност, обезлесяването и деградацията на земята вървят заедно. Трябва да променим начина, по който произвеждаме, консумираме и търгуваме”. (*Von der Leyen, 2019*).

“Световните лидери „удавиха“ бъдещите поколения с „празни думи и обещания“ относно изменението на климата”. (*G. Thunberg, 2021*)

2022 година ще бъде от особена важност за политиките на Европейския Съюз за опазване на почвите. Глобалният форум за храни и земеделие /GFFA/, който се провежда в Берлин в периода 24-28 януари е свързан с Общата Селскостопанска Политика /ОСП/ и продоволствената сигурност по света. Почвата е от основно значение за продоволствента сигурност - повече от 90 % от световното производство на храни зависи от нея. Почвата осигурява среда на живот за почвените организми и е вторият по големина резервоар на въглерод на планетата след хидросферата. Качеството на почвите, обаче все повече се влошава и плодородната и продуктивна земя става все по-оскъдна, поради настъпване на деградационни процеси. Почвените ресурси в ЕС са подложени на продължителни процеси на деградация, поради различни причини, основните между които - неустойчиво използване и управление на земята, климатични промени, замърсяване в резултат от индустриална и друга антропогенна дейност, прекомерна експлоатация и загуба на биологично разнообразие.

Постигане на Централната Устойчива Цел на ООН 15.3 за *неутралност на почвената деградация до 2030 г.* ще допринесе значително за запазването на сухоземното биоразнообразие. Това е състояние, при което количеството и качеството на почвените ресурси необходими за поддържане на екосистемните функции и услуги и повишаване на продоволствената сигурност остава стабилно или се подобрява в определени пространствени и времеви скали и екосистеми.

Експертната група на *Съвета на мисията за здравето на почвите и храните* и *Европейската агенция по околна среда* заяви, че 60 до 70% от обработваемите почви в ЕС не са здрави. Деградацията на почвата се оценява на 50 милиарда евро годишно в целия ЕС.

Представените по-долу данни за състоянието на почвените ресурси в Европа и България се базират на новата *„Тематична стратегия на ЕС за почвите – 2030“*, публикувани материали и НПОУПВФП /Националната програма за опазване, устойчиво ползване и възстановяване функциите на почвите, 2020-2030/.

Научните изследвания показват, че в ЕС деградацията на почвата продължава и дори нараства, изменението на климата достига преломна точка, биоразнообразието намалява драстично и много от екосистемните услуги, предоставяни от почвите се влошават. Установено е, че 12,7% от територията на Европа е засегната от умерена до силна ерозия, което причинява загуба на селскостопанска продукция в ЕС от 1,25 милиарда евро годишно.

Известно е, че са необходими около 1000 години, за да се формира 1 см плодородна почва, но е възможно почвата да бъде унищожена само за няколко години. Изчислено е, че дренираните органични почви, използвани за земеделие, отделят около 100,5 M t CO_2

годишно в ЕС-27, дренираните органични горски почви отделят 67,6 M t CO_2 годишно, добивът на торф - 5,6 Mt CO_2 годишно, а минералните почви в обработваемите земи отделят всяка година около 7,4 Mt CO_2. Обемът на влажните зони в ЕС непрекъснато намалява, като около половината от тях са изчезнали от началото на 20-ти век. Освен това, изменението на климата и неустойчивото управление на горите водят до загуби на въглерод от горската биомаса и почвите.

Локалното замърсяване също присъства във всички Европейски страни - около 2,8 милиона потенциално замърсени от промишлени дейности обекти. В България, обаче, замърсените земеделски земи с тежки метали и металоиди от промишлена дейност обхващат под 1% от земеделския фонд /НПУПВФП, 2020-2030/.

Замърсяването на почвите от атмосферни отлагания, промишлени емисии, неустойчиви земеделски практики, депониране на утайки от пречиствателни станции и други отпадъци, са широко разпространени дейности водещи до повишени нива на тежки метали, пестициди, антибиотици, други токсични съединения, както и излишък от хранителни елементи при небалансирано или едностранчиво азотно торене.Замърсените почви не само причиняват загуба на биологично разнообразие, но също така намаляват продуктивността и плодородието на почвата и могат да повлияят на човешкото здраве чрез директно излагане чрез вдишване, дермален контакт, поглъщане или непряко въздействие чрез прием на замърсена храна или питейна вода. Смята се, че замърсяването на почвата с тежки метали (особено олово и кадмий) и химични съединения причинява между 200 000 и 800 000 смъртни случая в световен мащаб годишно.

Ускореното завземане на земя и запечатването на почвата продължават предимно за сметка на земеделска земя. Екосистемите са под натиск от фрагментацията на крайградските и селските ландшафти. Една от целите на новата *„Тематична стратегия за почвите до 2030 г.*“ е *нулево нетно завземане на земя до 2050 г.,*като се намалят годишните темпове на загуба на земя и се увеличи възобновяемото използване на земята. По данни на Corinne Land Cover запечатаните площи от индустриални и търговски обекти на територията на България са 76 540 ha, запечатаните от пътно-шосейни и ж.п. мрежи – 4 318 ha, а запечатаните от пристанища и летища – 7 662 ha(НПОУПВФП).

Освен наличие на естествено засолени почви, до засоляване на почвите води и антропогенна дейност, свързана с вредни практики за напояване, лоши дренажни условия или използване на соли за размразяване на пътните настилки. Антропогенното засоляване на почвите засяга 3,8 милиона hав ЕС, особено в крайбрежните зони на Средиземно море. Разходите за ремедиация на засолените почви варират от 577 – 610 милиона евро годишно в Европа. Засоляването, обаче не представлява значим проблем за почвите в България – общата площ на засолените почви в страната се оценява на 33310ha.

В Южна, Централна и Източна Европа 25% от почвите показват висока или много висока степен на деградация. Прогнозите за изменението на климата в Европа показват, че рискът от опустиняване се увеличава. Горещи, семиаридни /полупустинни/ области вече съществуват в Южна Европа, където климатът се превръща от умерен в сух и това явление вече се разпростира и на север. Създадените от антропогенна дейност емисии парникови газове значително увеличават вероятността от суша в Средиземноморския регион. Сценариите за изменение на климата сочат, че водните ресурси стават все по-оскъдни, а сушите настъпват все по-често. Очаква се рискът от опустиняване да бъде значителен, особено в Испания, Южна Италия, Португалия и държави от Югоизточна Европа, включително България, Гърция, Кипър и Румъния, /Фиг. 1-2/.

От друга страна, страните от ЕС, вкл. България претърпяха значителни наводнения със сериозни социални и икономически последици и щети. Повечето изследвания показват, че рискът от екстремни климатични явления като зимни и есенни бури ще доведе до повишен

повърхностен отток и за районите на Северна, Северозападна и Централна Европа през 21-ви век.

Начинът, по който се управляват земите и по-специално почвата, може да окаже значително влияние върху този процес. Увеличените размери на стадата и използването на по-големи и по-тежки машини за обработка причиняват уплътняване на почвата, което намалява степента на инфилтрация на водата, която може да се съхранява в подпочвените слоеве.

Мерките за естествено задържане на вода, които включват подобрена почвена структура и по-бавен повърхностен отток, все повече се използват като допълнение към традиционните стратегии за контрол на наводненията. Успоредно с това липсата на дренажни системи, поради градска и инфраструктурна експанзия увеличава податливостта към наводнения. Предстои да бъдат идентифицирани земеделските земи в България с наличие на уплътняване като деградационен процес на почвите.

Ерозията на почвата се определя като най-сериозна заплаха за деградацията на почвите в България, както поради природните дадености на страната ни, така и поради неустойчиви земеделски практики – начините на земеползване, обработката на почвата, технологията за отглеждане на земеделските култури, прилагане на необосновани сеитбообръщения и др. Около 85 % от почвите в страната са засегнати от процеси на ерозия, а около 30 % от тях и от ветрова ерозия.

Установено е, че ползите от възстановяването на почвата са 10 пъти по-големи от разходите по поемане на последиците от деградирана почва или липса на почва, т.е. инвестирането в предотвратяване на деградацията на земята и възстановяване на почвата има сериозен икономически ефект.

Тези отрицателни въздействия върху почвите трябва да бъдат спрени чрез устойчиво използване и опазване на наличните почвени ресурси. Земеделските производители също трябва да получат дългосрочен достъп до земята чрез осигуряване правото им на собственост, наемане и ползване, за да могат да използват земята устойчиво. Само по този начин ще можем да осигурим продоволствената сигурност, да спрем изменението на климата и да намалим загубата на биологично разнообразие.

Основните цели на Стратегията на ЕС за *“Биологичното разнообразие”* 2030 са справяне с последиците от изменението на климата, продоволствена сигурност, защита на дивата флора и фауна, а действията - създаване на мрежа от защитени сухоземни и морски зони на територията на ЕС истартиране на план на ЕС за възстановяване на околната среда.

В новата „*Тематична стратегия за почвите – 2030“* е подчертано, че съществуват политики на ЕС за специфични химични елементи и съединения (напр. живак, устойчиви органични замърсители), групи продукти за растителна защита и подхранване на почвата (пестициди, торове, биоциди, утайки, фуражни добавки, оборски тор и др.), сектори (напр. селско стопанство, емисии от промишлеността, отпадъци) или екологични среди (въздух, вода). Указано е, че комисията ще преразгледа Директивата за промишлените емисии до края на 2021 г. и ще разгледа възможното разширяване на обхвата. Директивата за устойчива употреба на пестициди също ще бъде преразгледана до 2022 г., за да се намали значително употребата и риска и да се подобри интегрираното управление на вредителите.

През следващите години комисията също така ще преразгледа законодателството за отпадъците и Регламента за живака, както и директивите за качеството на въздуха, което ще допринесе за предотвратяването на дифузното замърсяване на почвата и атмосферните отлагания.

На 17 ноември 2021 г. Европейската комисия представи своето съобщение относно новата *Тематична стратегия за почвите до 2030 г.,* което съдържа резолюция, приета от Парламента и ангажимент за представяне на „*Закон за здравето на почвите“* до 2023 г.На

20 декември 2021 г., се проведе заседание на *Съвета по околна среда на ЕС*, на което са разгледани пакета „*Готови за цел 55*“ и *Тематичната стратегия за почвите – 2030 г.* Институтът по почвознание, агротехнологии и растителна защита „Н. Пушкаров“ – Селскостопанска академия, представи изявление в рамките на нашата компетентност относно *целта на стратегията за постигане на здрави почви до 2050 г. и преминаване към устойчиво управление на почвите.*

Стратегията на Европейския Съюз за почвите до 2030 г. „*Извличане на ползите от здрави почви за хората, храната, природата и климата*“ обхваща всички основни аспекти на опазването на почвите, които трябва да бъдат разгледани. Особено актуални са темите, основани на знанията в подкрепа на действията, предвидени в *Стратегията*, напр. Почвено органично вещество и изменение на климата; Почвата и кръговата икономика; Биоземеделие; Почвено здраве и изменението на климата; Предотвратяване замърсяването, саниране на почвите и изоставените индустриални зони; Мониторинг на почвата и дигитален дневен ред”. Много полезни и уместни са инициативите на ЕК*„ Безплатен почвен анализ“*, Инициативата за *Повишаване на почвеното органично вещество с 0.4% и „People 4 Soil“.*

Ние, също така подкрепяме Общата Селскостопанска Политика, която включва мерки за устойчиво управление на почвите, като, създаване на добри селскостопански и екологични условия, задължение за диверсификация на културите и подкрепата за развитие на селските райони, инвестиции в горски насаждения, агроекология, климатични мерки и биологичноземеделие.

Законодателното предложение относно *Здравето на почвите*– представено до 2023 г. трябва да създаде гъвкавост за държавите-членки като се вземат предвид националните географски особености и съществуващите национални политики.

Както е посочено и в новата *Стратегия*, рискът от деградация на почвите се причинява главно от *антропогенна дейност чрез различни практики за използване на почвата и земята, подсилени от въздействието на климатичните промени, опустиняването, наводненията* и др.

Ние подкрепяме идеята тези дейности да бъдат контролирани от закони и подзаконови актове на световно ниво, но също и на регионално ниво (ЕС) и на ниво държава. Тези правни инструменти са много важни по отношение на контрола на деградацията на почвата. Считаме, че на национално ниво държавите ще трябва да регулират заплахите, които са най-характерни за опазването на почвата във всяка една от европейските страни. Регламентите могат да се позовават на следните заплахи за почвите, напр. податливост на почвите към уплътняване, оценка на риска от ерозия на почвата, замърсяване и засоляване на почвите, намаляване на почвения органичен въглерод, намаляване на биоразнообразието. За целта е необходимо хармонизиране на различни системи за почвена информация и създаване на *многомащабна европейска почвена информационна система*, като нов начин за извличане на данни за почвата чрез „надграждане“.

Здравата почва има централна роля като основен природен ресурс, за да се запази благосъстоянието на нашата общност и нашето наследство от природни дадености.

Почвата, обаче е изправена пред последствията от споделени решения, напр.Тези, свързани с *Общата селскостопанска политика* и политиките за *Възобновяема енергия и Биоикономика*. През последните десетилетия ние повишихме изискванията си към почвата, от това да бъде (безопасна) основа за развитието на селища и инфраструктура,до гарантиране на продоволствената сигурност, осигуряване на дървесина и суровини, екологичен резервоар за депониране на отпадъчни продукти и материали и др.

Необходима е споделена отговорност от държавите-членки и Европейския съюз, за да се изправим пред предизвикателството „*Здрави почви до 2030 г.“,* което е част от ангажиментите на *Европейската Зелена Сделка*, стратегиите „От фермата до трапезата“ и

за „Биоразнообразие“, плана за действие на ЕС *„Към нулево замърсяване на въздуха, водата и почвата“* както и на *Целите за устойчиво развитие на Програмата на ООН до 2030 г.*

Основните цели на стратегията „*От фермата до трапезата*“ са следните:

- намаляване на употребата и риска от химически пестициди с 50% до 2030 г.
- интегрирано управление на вредителите, устойчиви на вредители и болести системи на земеделие, като се използват предимно нехимични мерки за борба с вредителите (например диверсифицирани сеитбообороти, устойчиви сортове, механично плевене).
- пестицидите се прилагат само когато други мерки не дават достатъчен контрол.
- намаляване с 50 % на продажбите на антимикробни средства за отглеждани животни и аквакултури до 2030 г .

Какви са реалностите по отношение на *Европейската зелена сделка*:

- Емисиите на парникови газове в селското стопанство се увеличават и прогнозите на държавите -членки до 2030 г. не показват признаци на подобрение. Емисиите на амоняк също растат.
- Брутният азотен баланс се е подобрил между 2000 и 2010 г., но няма по-нататъшно подобрение.
- 75% от земеделските почви в ЕС имат по-малко от 2% органичен въглерод.
- Биоразнообразието на земеделските земи изчезва и неотдавнашният доклад на Сметната палата посочва, че приносът на ОСП не е спрял този спад.

- Има високи нива на антимикробна резистентност.
- Централен елемент на Зелената сделка е необходимостта от преминаване към по -устойчива система на селскостопанско производство, която минимизира екологичния отпечатък на селското стопанство.Стратегията предвижда създаването на нови възможности за земеделските стопани в биоикономиката, и укрепване на позицията им в хранителната верига.

Научните изследвания и иновации се фокусират върху следното:

- Амбицията на Зелената сделка не е ограничаване на производството.Природни решения са агроекологията и регенеративното земеделие.
- Използването на потенциала на Селско стопанство 4.0 въз основа на прецизно, интелигентно, цифрово земеделие.

На 12 май 2021 г. Европейската комисия прие плана за действие на ЕС: *„Към нулево замърсяване на въздуха, водата и почвата“* - ключов резултат от Европейската зелена сделка.

Кои са ключовите цели до 2030 г.?

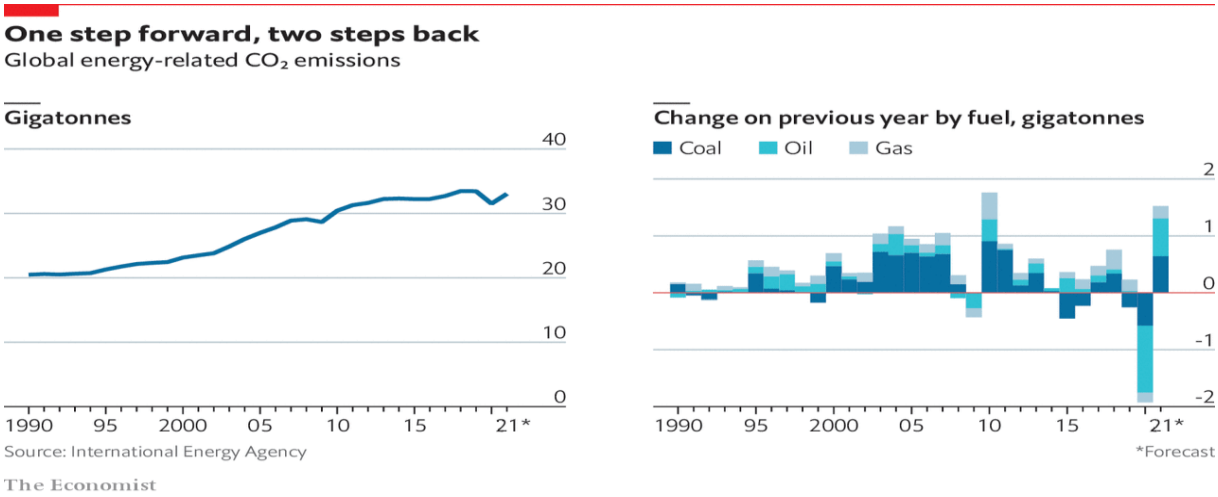
- подобряване на качеството на въздуха за намаляване на броя на преждевременните смъртни случаи, причинени от замърсяване с 55%;
- подобряване на качеството на водата чрез намаляване на отпадъците - на пластмасовите отпадъци в морето с 50% и микропластмасите, отделяни в околната среда с 30%;
- подобряване на качеството на почвата чрез намаляване на загубите на хранителни вещества и използването на химически пестициди с 50%;
- намаляване с 25% на екосистемите на ЕС, където замърсяването на въздуха застрашава биологичното разнообразие;
- намаляване на дела на хората, хронично засегнати от транспортния шум с 30%, значително намаляване на образуването на отпадъци и с 50% остатъчни битови отпадъци.

Обръщането на настоящите тенденции в деградацията на почвата трябва да бъде абсолютен приоритет, за да се запазят важните *екосистемни услуги*, които здравите почви

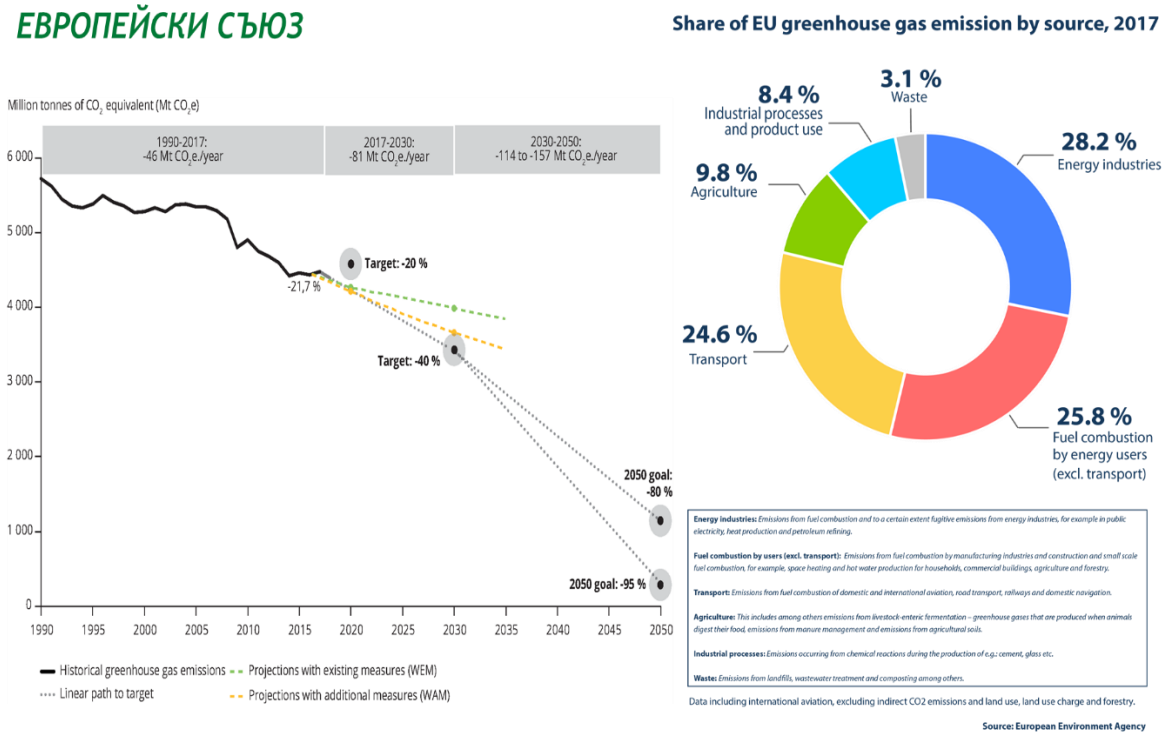
предоставят, а именно, съхраняване на въглерода, усвояване и управление на водните ресурси, деконтаминиране на токсичните съединения, управление на биогеохимичните цикли и кръговрата на основни хранителни елементи, гарантиране на продоволствената сигурност и безопасност, и подобряване на нашата устойчивост към последствията от изменението на климата.

Тъй като деградацията на почвата е обща заплаха за целия ЕС, здравето на почвата изисква прилагането на рамка от общи, хармонизирани стандарти в европейски мащаб, в рамките на които да се определят необходимите инвестиции и програми за възстановяване.

Ние подкрепяме концепцията за “субсидиарност” в управлението, при която различните институции си сътрудничат за постигане на здравето на почвата, всяка в характерния географски и национален контекст, но в рамките на споделена схема от ангажименти и правила, за да се фокусираме върху основния ангажимент –спиране и обръщане на деградацията на почвата в България и целия Европейски Съюз.



Фиг. 1. Емисии на парникови газове от 1990 г. насам.



Фиг. 2. Емисии и цели. Дял на емисиите според източника https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/ghg-emissions-trends-and-projections

РЕЗОЛЮЦИЯТА НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ И ЗНАЧЕНИЕТО И ЗА НАУКАТА И ПРАКТИКАТА

проф. д-р Методи Теохаров

Председател на Българското почвоведско дружество
mteoharov@abv.bg

Резюме

Направен е задълбочен и критичен анализ на Резолюцията на Европейския парламент, приета на 28.04.2021 г. Обстойно са описани най-важните документи, въз основа на които е разработена. Това са редица регламенти, становища, директиви, доклади, съобщения, политически насоки на Европейската комисия, ЕП, конвенции на ООН и други европейски междуправителствени и неправителствени организации, между които Междуправителствения комитет за изменение на климата, почвите и земите, Международния съюз по почвени науки и Европейската конфедерация на почвените дружества. На тази основа са анализирани основните заплахи и „горещи точки” за почвата в Европа, отрицателните въздействия върху почвеното биологично разнообразие, екстремните метеорологични явления и климатичните промени и необходимостта от прилагане на подходящо законодателство и добри практики за опазване и защита на почвите. Дава се акцент на предизвикателствата, свързани с управлението, координацията, комуникацията, финансовите, технически и правни аспекти, които възпрепятстват подобряването на съгласуваността и оперативната съвместимост на мониторинга на почвите на европейско и национално равнище. Оценява се ролята и значението на Резолюцията за страните-членки на Европейския съюз и специалната подкрепа за развитие, която може да получи почвената наука чрез програма „Хоризонт Европа”.

Ключови думи: Резолюция, Европейски парламент, Европейска комисия, деградационни процеси, почвено-биологично разнообразие, опазване и защита на почвата.

THE RESOLUTION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND ITS IMPORTANCE FOR SCIENCE AND PRACTICE

Prof. Metodi Teoharov

President of Bulgarian Soil ScienceSociety
mteoharov@abv.bg

Abstract

An in-depth and critical analysis of the European Parliament's Resolution adopted on 28 April 2021 has been made. The most important documents on the basis of which it was developed are described in detail. These are a number of reports, communications, policy guidelines of the European Commission and the European Parliament, UN conventions and other European intergovernmental and non-governmental organizations, including the Intergovernmental Panel on Climate Change, Soil and Land, the International Union of Soil Sciences and the European Confederation of Soil Societies. On this basis, the main threats and "hot spots" for soil in Europe are analyzed as well as the negative impacts on soil biodiversity, extreme weather events and climate change and the need to implement appropriate legislation and good practices for soil protection. Emphasis is placed on the challenges related to management, coordination, communication, financial, technical and legal aspects that hinder the improvement of the coherence and operational compliance of soil monitoring at European and national level. The role and importance of the Resolution for the Member States of the European Union and the special support for development that soil science can receive through the Horizon Europe program are assessed.

Key words: Resolution, European Parliament, European Commission, degradation processes, soil-biological diversity, soil protection and conservation.

Традиция е Международната научна конференция „Екология и агротехнологии – фундаментална наука и практическа реализация” да се посвещава на Световния ден на

почвите 5 декември и Деня на Института 14 декември – рождената дата на Никола Пушкаров. Тази година конференцията се провежда няколко месеца след приемането на Резолюцията на ЕП за защита на почвата на 28 април 2021 г. Националната и международна значимост на Резолюцията за почвената наука и практика изисква да се даде широка научна и обществена гласност. В нея са отразени редица постановки, решения и проблеми, които изискват да се анализират, поради актуалния им характер. Силно влияние за нейното разработване оказва Европейската гражданска инициатива (People – Soil), организирана през 2016 г. и подкрепена от 500 институции и организации, които призоваха ЕС да направи повече за опазване и защита на почвите. Българското почвоведско дружество също подкрепи това важно събитие за опазването и управлението на почвените ресурси в Европа и света. По своята същност тази инициатива, която бе подкрепена от Международния съюз по почвени науки, Европейската конфедерация на почвените дружества и с авторитетното участие на Организацията по прехрана на населението – ФАО към ООН, поставя на дневен ред връзката на хората от държавното управление, законодателната власт, земеделието и горите и не на последно място от науката с почвата. Почвената наука е призвана да отговори на призива на Резолюцията с конкретни изследвания и резултати на посочените преди нея три институции.

Резолюцията на ЕП за защита на почвата е стратегически важна програма, разработена въз основа на 49 документи, приети от ЕК и ЕС, ООН, Европейската агенция за околна среда, Европейската сметна палата, Европейския икономически и социален комитет и водещи европейски и световни институции и организации. Обоснована е със съвременни научни постижения, резултати и дефиниции и най-вече с все повече увеличаващите се проблеми при почвите, посочени като примери.

От особена важност за науката и практиката са следните документи:

1. Доклад за състоянието на световните почвени ресурси, публикуван през 2015 г. от Организацията към ООН за прехрана на населението (ФАО),Глобалното партньорство и Междуправителствената техническа група в областта на почвите.
2. Рамкова конвенция на ООН по изменение на климата, приета на 12.12.2015 г. в Париж.
3. Програма на ООН до 2030 г. за устойчиво развитие, в частност „спиране и обръщане на процеса на деградация на земите и предотвратяване загубата на биологично разнообразие”.
4. Конвенция на ООН за биологично разнообразие.
5. Конвенция на ООН за борба с опустиняването.
6. Резолюции на ЕП относно „тематична стратегия за опазване на почвите” от 16.04.2002, 19.11.2003 и 13.11.2007 г.
7. Резолюция на ЕП от 15.01.2020 г. относно Европейския зелен пакт.
8. Доклад на ЕК и Комитета на регионите относно „изпълнение тактичната стратегия за опазване на почвите и текущи дейности”.
9. Становище на Европейския икономически и социален комитет към „генетичната стратегия на почвите”.
10. Доклад за състоянието на световните почвени ресурси, публикуван през 2015 г. от Организацията към ООН за прехрана на населението (ФАО),Глобалното партньорство и Междуправителствената техническа група в областта на почвите.
11. Рамкова конвенция на ООН по изменение на климата, приета на 12.12.2015 г. в Париж.
12. Програма на ООН до 2030 г. за устойчиво развитие, в частност „спиране и обръщане на процеса на деградация на земите и предотвратяване загубата на биологично разнообразие”.
13. Конвенция на ООН за биологично разнообразие.
14. Конвенция на ООН за борба с опустиняването.
15. Резолюции на ЕП относно „тематична стратегия за опазване на почвите” от 16.04.2002, 19.11.2003 и 13.11.2007 г.
16. Резолюция на ЕП от 15.01.2020 г. относно Европейския зелен пакт.
17. Доклад на ЕК и Комитета на регионите относно „изпълнение тактичната стратегия за опазване на почвите и текущи дейности”.
18. Становище на Европейския икономически и социален комитет към „генетичната стратегия на почвите”.

19. Доклад от 2018 г. на Европейската сметна палата, озаглавен „Борба с опустиняването в ЕС – нарастваща заплаха, която изисква повече действия”.
20. Доклад за състоянието на почвите в Европа, публикуван от ЕК и съвместния изследователски център през 2012 г.
21. Доклад на Междуправителствения комитет по изменение на климата относно изменението на климата и земите, публикуван на 08.08.2019 г.
22. Резолюция на ЕП от 15.01.2020 г. относно „Европейския зелен пакт”.
23. Становище на Комитета на регионите относно Агроекологията от 05.02.2021 г.
24. Доклад за оценка на земите и тяхното възстановяване, публикуван от междуправителствена научно-политическа платформа за биологично разнообразие и екосистемни услуги от 23.03.2018 г.
25. За биологично разнообразие и екосистемни услуги от 23.03.2018 г.

Не по-малко важни са и редица други документи на ЕП, ЕК и ЕС – стратегии, директиви, регламенти, становища, решения, предложения, съобщения, свързани с опазване на почвите и околната среда, емисиите и поглъщането на парникови газове от земеползването, с кръговата икономика и пътната карта на Европа, с намаляване риска от бедствия, опазване на общественото здраве и безопасност на храните и водите, които имат пряка зависимост от устойчивото управление на почвените ресурси във всяка страна. Прави впечатление, че много малко са документите и източниците преди 2000 г., въз основа на които се разработва Резолюцията. Това е време, когато на много национални и световни научни форуми учените неоднократно поставяха редица въпроси и проблеми, свързани с опазването и защитата на почвите. Всъщност, подобен е проблемът с настъпващите климатични промени, за които науката представи данни преди повече от половин век. Може да се предположи, че нерешаването на многото проблеми, свързани с почвата и климата има своя политически генезис, дължащ се на разделянето на света по време на студената война и отделянето на повече внимание за решаване на политически въпроси, но не и екологически.

При новите условия все повече провежданите ежегодно съвместни научно-политически форуми и срещи на глобалното и регионални партньорства за почвите, лансирани от ФАО през 2012 г. са доказателство, че екологичните проблеми, свързани с почвите, не могат да се решат без науката и затова ЕП в своята Резолюция търси научни доказателства за решаването им. Почти няма източник в нея, който да не включва досегашните научни резултати и опита на учените при разработването ѝ. Ясно е, че и най-недоверчивите и консервативни държавници и политици са осъзнали необходимостта от приоритетно решаване на почвено-екологичните проблеми пред политическите.

Според Резолюцията „почвата е основна, сложна, многофункционална и жива екосистема с ключово, екологично и социално-икономическо значение” и се поставя на много високо ниво като жизненоважен фактор за човешкото здраве, съществуването и оцеляването на природната и обществена среда, а именно: почвено биологично разнообразие, осигуряване на суровини и храна, фармацевтични и генетични ресурси, подходящ кръговрат на водата и хранителните вещества, регулиране на климата чрез задържане и абсорбиране на въглерода, пречистване на водите, предотвратяване на наводнения и суши, регулиране на хранителните вещества в почвата, подържане и повишаване на почвеното плодородие, производство и възпроизводство на биомаса и създаване на условия за протичане на редица екосистемни процеси. Изтъква се, че 95 % от хранителните продукти се произвеждат пряко или непряко от почвите. Отделено е специално място на археологичното наследство, съхранено от векове в дълбоките почвени хоризонти, което определя духовните ценности и значение на почвата. Почвата се определя още като „много динамична и крехка” биологична система, като „невъзобновяем и ограничен ресурс”, предвид времето на нейното образуване. В Резолюцията се посочва, че нейните функции са „силно зависими от нейното биологично разнообразие”, което има важно значение за биоразнообразието на растителните видове, смекчаване на климата и отстраняването на редица деградационни процеси. Като основни заплахи за нея са посочени процесите на замърсяване, разрушаване, ерозия, вкисляване, засоляване, запечатване, уплътняване, изменение на климата, наводнения и свлачища (срутищата, често срещани процеси у нас, не са посочени), суша, хидрогеоложка нестабилност, загуба на органични вещества и хумус, пожари, бури, загуба на почвено биоразнообразие и повърхностните плодородни хоризонти, опустиняване и други. Счита се, че при изпълнение на стратегията „от фермата до трапезата” следва да се обърне особено

внимание на всички източници на замърсяване на почвите и на стратегията на ЕС за обработваемите земи, горите и биологичното разнообразие. Подчертава се, че в ЕС и в световен мащаб почвата и земята продължават да се влошават, в резултат на широк кръг човешки дейности и на първо място лошото управление на почвените и поземлени ресурси, необосновани промени в земеползването, неустойчиви селскостопански, агрономически и горскостопански практики, загуба на биологично разнообразие и изменение на климата. Не се изпълняват международни и европейски ангажименти от страна на ЕС и държавите-членки, между които:

1. Борба с опустиняването и възстановяването на деградираните почви и земи.
2. Постигане на целта за „нулево нетно усвояване на земя до 2050 г.”
3. Устойчиво управление на почвите и земята в ЕС.

Отчита се, че селското и горското стопанство имат ключова роля в приноса за отстраняване на въглерода от атмосферата чрез задържане, абсорбиране и съхранението му в почвите. Използват се научни данни, според които почвите под пасища и гори са техни въглеродни абсорбенти и съгласно направените оценки отстраняват 80 млн. тона въглерод годишно в ЕС. В порядъка на критика и самокритика се посочва, че ЕС и страните-членки не изпълняват своите европейски и международни ангажименти, свързани с почвите и земите. Бездействието по отношение на деградацията на почвите в ЕС, според оценките, надхвърля 50 млрд. евро годишно. Подчертава се, че защитата на биологичното разнообразие в почвите не е включена в повечето закони за опазване на околната среда, като Директивата за местообитанията или Натура 2000. Прогнозите на ЕП показват, че „ако не се приемат сериозни действия, голяма част от Южна Европа е вероятно да опустинее до 2050 г., в резултат на изменението на климата и неподходящите селскостопански и агрономически практики”. Посочват се тревожните факти за периода 2000-2018 г., когато в ЕС е усвоена 11 пъти повече земя, отколкото рекултивирана. Представят се научни доказателства, че „60-70 % от почвите в ЕС са в нездраво състояние, 22 % са подложени на водна и ветрова ерозия и 25 % от напояваните земеделски земи в Средиземноморския район се оценяват засегнати от процеси на засоляване”. Европейският комитет на регионите призовава ЕК „да предложи нова европейска Директива относно земеделските почви, за да се ограничат процесите на дехумификация, декарбонизация и деградация, а в селскостопанските практики като приоритет да бъде биологическата активност на почвата”. Акцент се дава на прекомерната употреба на пестициди и дифузно замърсяване, които представляват заплаха за здравето на почвата, растенията и човека. Според посочените научни доказателства от ЕП, почвата е изложена в значителна степен на пестициди, устойчиви и биоакумулиращи химикали, въглеводороди, тежки метали, разтворители и техните смеси. Всичко това води до значителен риск от хронична токсичност, която влияе върху нейното здраве, здравето на човека и цялото биологично разнообразие. В Европа са идентифицирани 3 млн. обекта с 340 хил. потенциално замърсяващи дейности.

ЕП обръща специално внимание на запечатването и деградацията на почвата в земеделските райони, на голямата сеч, която се извършва в горите. Посочено е, че опустиняването на почвите от земеделските и горски територии поради гола сеч, пожари, прилагане на неправилни технологични решения и деградационни процеси, разрушава симбиотичната взаимозависима връзка между почвата, растенията и здравия почвен микробиом. Подчертава се, че разпокъсаността и загубата на местообитания в крайбрежните морски екосистеми намаляват способността си да опазват бреговите ивици, а неблагоприятните процеси от урбанизацията и бетонирането на крайбрежията в районите застрашават от ерозия бреговата линия. ЕП изисква от ЕК да разработи конкретни решения за „горещите точки” в Европа и да приеме обща законодателна уредба за опазване и защита на почвата и ОСП следва да осигури условия за запазване производителността и екосистемните услуги на почвите чрез разработване на стратегически планове, които да гарантират приемането на мерки за широко прилагане на агрономически практики, основани на агроекологията. Насърчава се ЕК и държавите-членки да допринасят за възстановяване на нейните качества на основата на научни данни и технологии, ефективно за намаляване на прекомерното използване на изкуствени торове и по-специално на азотни, широко прилагане на ротационния метод за отглеждане на селскостопански култури, изграждане на смесени животновъдно-растениевъдни стопанства за получаване и широко използване на оборския тор. ЕП взима под внимание и препоръките на Европейската агенция по околна среда за

необходимост от хармонизиране и представително научно наблюдение на почвите в Европа, с цел да се разработят ранни и навременни предупреждения за превишаване на критичните прагове и да се дадат насоки за устойчивото им управление. За целта се призовава ЕК да гарантира достатъчно ресурси за оптимално редовно наблюдение на физикохимичните и биологични характеристики на почвите, да създаде методология и съответните диагностични показатели за оценка и събиране на данни относно степента на опустиняване и деградацията им. Отбелязват се предизвикателствата, свързани с управлението, координацията, комуникацията, финансовите, технически и правни аспекти, които възпрепятстват подобряването на съгласуваността и оперативната съвместимост на мониторинга на почвите и събирането на информация на равнище ЕС и на национално равнище. Настоятелно се призовава ЕК и държавите-членки да се справят съвместно с тези предизвикателства, като се осигури сътрудничеството между тях, вкл. в рамките на експертната група на ЕК за опазване и защита на почвите. В завършека на Резолюцията, ЕП отбелязва важната роля на здравите и плодородни почви като най-големия сухоземен абсорбент и съхранител на въглерод, приносът им за смекчаване на последиците от измененията на климата и постигане на неутралност по отношение на промените му до 2050 г. Подчертавайки многофункционалната роля на почвите, ЕП призовава ЕК да отдели достатъчно средства, свързани със специфичните на почвата за научни изследвания, които да се адаптират към съответните съществуващи програми за финансиране, така че да улеснят изпълнението на научноизследователските проекти, за да отразят специфичните характеристики на почвите чрез задълбочени научни изследвания. Специална подкрепа почвената наука трябва да потърси чрез програма „Хоризонт Европа”, която е свързана със здравето на почвите и храните, респ. на хората. В тази връзка се отбелязва засилената роля на Обсерваторията на ЕС за почвите и Европейския център за почвена информация и данни.

По своята същност Резолюцията на ЕП е нова, съвременна стратегия за почвените ресурси, за която от държавите-членки и почвената наука се изисква да натрупат таксономични експертни знания за биологичното разнообразие на почвите и последиците, ако не се опазват, върху околната среда, знания, които да гарантират нейното успешно прилагане в практиката. Големият въпрос сега е разполага ли почвената наука у нас с достатъчно кадри, за да изпълни Резолюцията на ЕП и как същата беше защитена през последните 30 години у нас. Както е известно, от наша страна въпросите за опазването и защитата на почвите в страната са поставяни в над 10 закона на национално ниво. На първо място е Законът за почвите, който още при неговото приемане в Комисията по околна среда и водите в НС се разбра, че няма бъдеще и ще обслужва конюнктурата. В основата си този закон повери цялата дейност за управление на почвените ресурси в България на бившата Изпълнителна агенция, която изразходва огромни материални, финансови и кадрови ресурси, но резултатите се оказаха съмнителни и неприложими в практиката. След закриването на Агенцията с Постановление 178 на МС от 2011 г., отново важните национални задачи бяха върнати и поверени на ИПАЗР „Н. Пушкаров”. Същевременно, две десетилетия бяха достатъчни, за да се ограничи под критичния минимум кадровия потенциал и материално-техническата и лабораторна база на един водещ национален институт, свързан с изучаване, опазване и рационално използване на почвените ресурси, чиито основи са положени още през 1911 г. Резолюцията на ЕП, която се появява 112 години след написването на капиталния труд „Образуване на почвата” и създаването на почвената наука у нас от Никола Пушкаров, покрива основните и кардинални задачи, описани още в неговата стратегическа програма. Много наши разработки разглеждат по етапи проблемите и развитието на почвената наука и земеделието, въобще въпросите за управлението на почвите и земята у нас, които и до ден днешен не намират отговор от съответните институции. Същевременно, почвената наука днес получава задачи не само от министерствата, ангажирани с опазването и защитата на почвите, но и директно от ЕК и други европейски институции. Те не могат да се изпълняват, ако не се подобри актуалното състояние на националната информационна система за почвите, за която отговорност носи не само ССА, но и МЗГ. Остават задълженията ни и към европейската и световната информационна система за почвите, където изискванията стават все по-високи.

Идва време, когато ЕП и ЕК да ни потърсят отговор на тези въпроси. Време е да се разбере, че почвите и почвеното плодородие трябва да се разглеждат като национално и вековно богатство, което гарантира националната сигурност не само на страната ни, но и тази

на ЕС. Като важен компонент на земята, почвата е жива биологична система, основно средство за производство и възпроизводство на жизненоважни продукти и духовен възход на хората. Превръщането на почвата в безжизнена територия обрича нацията ни на гибел. Може би по-лесно щяха да се решат редица въпроси и проблеми, ако няколко десетилетия последователно редица правителства и държавници не подценяваха ролята на почвената наука у нас. Понастоящем изпълнението на множеството проекти по новата европейска програма „Хоризонт Европа” ще даде възможност почвената ни наука да приложи знанията си в развитието на нашата аграрна икономика и в изграждането на една нова Европа.

В заключение е редно да се подчертае, че въпреки голямата значимост на Резолюцията, в нея отсъстват диференциран подход за разглеждане на проблемите, свързани с устойчивото управление на почвените ресурси, в зависимост от специфичните физикогеографски, агро-екологични и агро-икономически условия на страни като България с цел приоритетно финансиране на значими теми и задачи. ЕП поставя въпроса за смекчаване на последиците върху климата и оценява ролята на почвите като най-големия абсорбент и съхранител на въглерод. За целта поставя срок за постигането на тази цел – 2050 г. В същото време, ЕК ограничава този срок за нашата страна до 2038-2040 г., дори някои европейски лидери настояват и за по-рано, тъй като преди време редовното правителство се съгласи да договаря въглеродните емисии на страната ни да бъдат намалени на 55 % до 2030 г. Прибързаният преход към зелена енергия като инструмент за намаляване на въглеродните емисии и смекчаване на климатичните промени не трябва да бъде във вреда на защитата, възстановяването и устойчивото управление на почвите и като цяло на аграрната ни икономика. ЕП и ЕК е необходимо да разглеждат управлението на почвените ресурси, съобразно традициите и особеностите на всяка отделна страна, както се посочва в други европейски документи и средство за социална, икономическа и правна защита, която гарантира националната й сигурност. Приемането и подписването на Европейския зелен пакт, наречен „зелена сделка” не трябва да бъде средство за натиск върху нас от страна на ЕК, защото българската зелена природа – гори, ливади и пасища абсорбират количества въглероден двуокис над 2,5 пъти повече от емитираните и благодарение на това страната ни, според Global Carbon Atlas, е въглеродно неутрална. Същият източник подчертава, че за 2019 г. България е емитирала 42 млн. тона въглероден двуокис, т.е. 60 % по-малко, в сравнение с базовата 1990 година, когато тази цифра е била 105 млн. тона. От времето на Джеймс Уат и Юстус Либих, които съответно приложиха парната машина в индустрията и минералните торове в земеделието, Европа не е спирала да използва въглищата за енергийни и индустриални цели, а азотните, фосфорни и калиеви торове – за интензивно селскостопанско производство. За разлика от развитите европейски страни, тези процеси у нас настъпиха преди по-малко от 60-70 години. Нашата страна е в правото си да поиска безплатни квоти за въглеродните емисии и другите замърсители, докато останалите членки на ЕС не станат въглеродно неутрални. Според зам. председателя на ЕК Франс Тимерманс, България е на 22-ро място по замърсяване на въздуха в света, а според други източници е на 62-ро място. Тимерманс на 15.10.2021 г. на срещата в София на тема „Зеленият преход – решения и предизвикателства за България” заяви, че „Ядрената енергия има огромни предимства, защото няма никакви въглеродни емисии. Нямам нищо против развитието на ядрената енергетика”. Председателят на ЕК Урсула фон дер Лайен също подкрепи ядрената енергетика. Тя заяви, че „ЕС има нужда от ядрена енергия и от природен газ като стабилни енергийни източници”. Редно е да се отчете приноса на Президента на Р България Р.Радев в решаването на този въпрос. На срещата с лидерите на ЕС той предложи същите идеи и много ясно и компетентно постави исканията за по-нататъшното развитие на страната ни в областта на енергетиката. За първи път след 32 години демократично развитие България убедително и открито защитава националните си интереси пред ЕК и ЕС.

Това е кардинално решение с бъдеще за защита не само на почвените ресурси, но и за ограничаване на климатичните въздействия и за опазване на почвеното биологично разнообразие и околната среда.

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ

STUDY OF LETTUCE BEHAVIOR WITH THE APPLICATION OF NATURAL WATER SOLUBLE ACTIVATOR

Christos Paschalidis[1*] ,Stavros Sotiropoulos[1] , Viktor Kavvadias[2] , Dimitrios Petropoulos[1], Ch. Liakopoulou [2], Loukas Papakonstantinou[3] , G. Chamurliev[4] , Antonia Koriki[1]

[1]Department of Agriculture, University of Peloponnese, Antikalamos Junction- Messinia 24100. Greece
[2]Hellenic Agricultural Organization DEMETER (former NAGREF).Institute of Soil and Water Resources,Department of Soil Science of Athens,1 S. Venizelou Str., 141 23, Lykovrisi, Attiki, Greece
[3] Engineering Agronomist - Freelancer, Dioni, Rafina / Pikermi, Attica. Greece
[4]RUDN. University of Moscow, Russia
chpaschal46@ yahoo.gr

Abstract

The purpose of this study was to study the behavior of potted lettuce plants by applying a natural water-soluble activator, which contains humic, fulvic acids and 97% humic potassium. It contains leonardite and is rich in macro and micro nutrients. Young lettuce plants (Lactuca sativa Lvar. Romana) were grown in soil from the vineyard of Lykovrysi, Attica, which was characterized as sandy loam (SCL), with total calcium carbonate 19.2%, pH 7.8, and organic matter1,4 % .The pots contained 2.8 kg of air-dried soil. The experimental plan was completely randomized groups with 7 treatments including the control, 3 replications and the treatments were a combination of inorganic fertilization through soil and foliar fertilization with the above formulation, in different time phases and in different dosages (1:200 and 1:500). The soil moisture in pots was maintained at 70% of the water capacity. It was found that the absence of inorganic fertilizers caused a delay in plant growth. The treatments that combined the inorganic fertilizers with the above organic formulation-activator and especially the one with the dosage of 1: 500 gave the best results presenting the highest biomass in the lettuce plants.

Key-words: activator, fertilization, biomass, lettuce.

Introduction

Climate change affects the yields and quality of products produced due to stress. Thus, the need to use substances such as organic fertilizers, in order to stimulate natural plant processes, improve the efficiency of nutrient use and resistance to stressful situations, is considered imperative. These fertilizers act also as biostimulants and the results so far are encouraging, given the topical issue of reducing inputs to the rural ecosystem (Canellas et al., 2002; Canellas et al., 2009).

The purpose of this study is to investigate the effect on lettuce plants by applying an organic fertilizer that acts largely as a biostimulator, in combination with inorganic fertilization.

Materials and Methods

The experiment was carried out in an outdoor protected area on young lettuce plants (Lactuca sativa L. var. Romana) grown in soil from the vineyard of Lykovrysi, Attica, which was characterized as sandy loam (SCL), with total calcium carbonate 19.2%, pH 7.8, and organic matter 4 % (Table 2). The experimental pattern was completely randomized, with seven treatments including the control in three replications. Thus the total of the experimental pots was: 7x3 = 21. The treatments were a combination of N-P-K inorganic fertilization (20-20-20) through soil and foliar fertilization with the above formulation, in two different time phases and in different dosages (1:200 and 1: 500). The organic product contains leonardite, 26% humic and fulvic acids as well as nutrients (N 0.1%, P_2O_5 0.01%, K_2O 5%, CaO 0.03%, MgO 0.03%, trace elements, organic carbon 10.5%). The experimental plan is as follows (Table 1):

Table 1. Experimental Treatments (T)

T1	No application (Control)
T2	No application of N-P-K fertilizer + 1st application of preparation with dosage (1: 200)
T3	Application of N-P-K fertilizer without application of preparation
T4	Application of N-P-K fertilizer + 1st application of preparation with dosage (1: 500)
T5	Application of N-P-K fertilizer + 1st application of preparation with dosage (1: 200)
T6	Application of N-P-K fertilizer + 1st and 2nd application of preparation with dosage (1: 500)
T7	Application of N-P-K fertilizer + 1st and 2nd application of preparation with dosage (1: 200)

The soil with the above characteristics weighing 2.8 kg was placed in the experimental pots and 5 g of water-soluble inorganic fertilizer 20-20-20 was added when the plants were 12 days old, ie 1.8 g / kg soil or 0.36 g / kg soil N, P_2O_5 and K_2O. The soil before filling the containers had 20.92% moisture and the soil moisture in the pots was maintained at 70% of its water capacity. Filling the containers with soil, fertilizing with N-R-K fertilizer (mixing with the soil) and transplanting the young 12-day-old lettuce seedlings (one per pot) took place on 28/04/2021.The first and second foliar fertilization (spraying) with the preparation took place on 30/4/2021 and 14/5/2021 respectively, while the harvest took place on 17/6/2021. After harvesting, the aboveground and underground part (root system) of the lettuce was weighed and their fresh weight per plant was measured. The total leaf area/plant and number of the leaves/plant were also measured. Laboratory analyzes were performed according to the internationally accepted methods of SSSA (Page et al., 1982; SSSA, 1990).

The statistical analysis includes an analysis of variance (ANOVA) with the Duncan test, using the SPSS statistical package.

Table 2. Physicochemical characteristics of the soil

Soil texture	Sand: 48 % w/w	Silt : 18 % w/w	Clay : 38 % w/w
	SCL		
Water capacity % w/w	41		
pH	7.8		
Electrical conductivity ms / cm	1.4		
CaCO3 % w/w	19.2		
Organic matter % w/w	1.4		
Total N % w/w	0.07		
Available P ppm (Olsen)	13		
Exchangeable K ppm	339		
Exchangeable Ca ppm	3000		
Exchangeable Mg ppm	180		

Results and Discussion

The processing of the experimental data showed the effect of the treatments on the weight of the fresh aboveground (WFA) and underground (root system) part of the lettuce per plant (WFR), on the number of leaves per plant (NL) and on the total leaf area per plant (TLA) (Table 3).

Table 3. Effect of treatments on examined parameters

Treatments/ Parameters	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
WFA (g)	22.0 c	13.5 c	157 b	240 a	165 b	232 a	209 a
WFR (g)	4.1 c	4.7 c	11.3 b	11.4 b	14.9 b	23.1 a	19.5 a
NL	17.7 bc	15.0 c	24.0 abc	31.3 a	30.0 a	25.7 ab	28.0 ab
TLA (cm^2)	555b	292b	2,717a	3,335a	2,517a	2,607 a	2,710a

Effect of treatments on weight of the fresh aboveground part/plant (WFA)

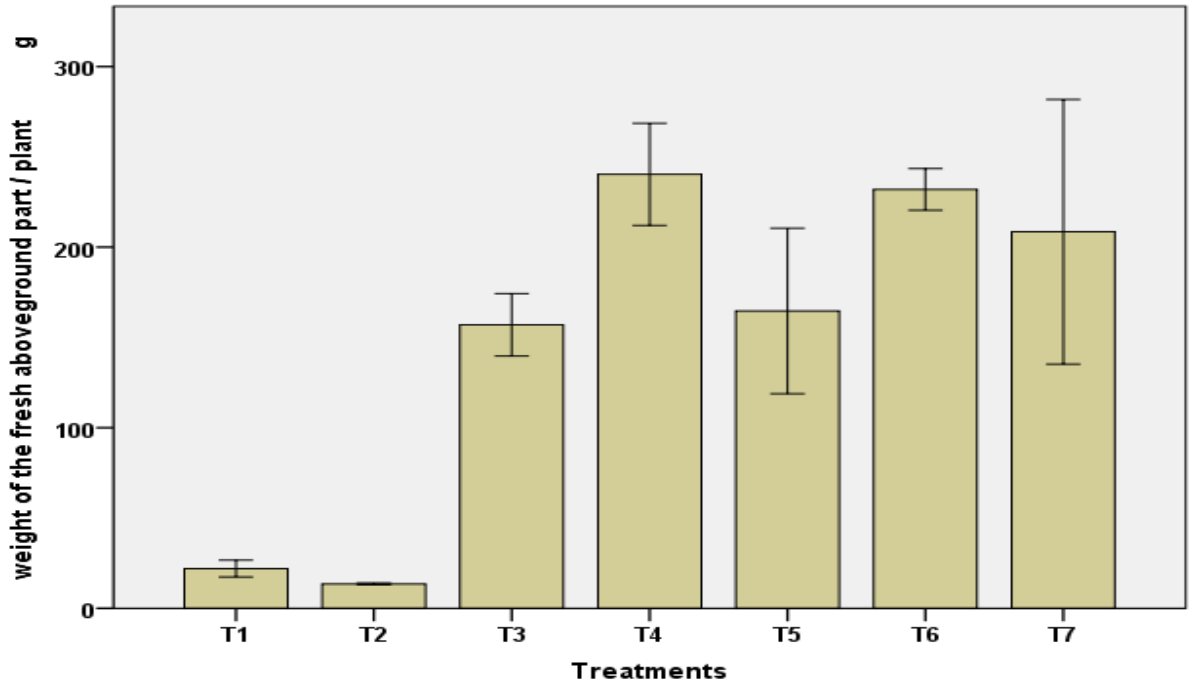


Figure 1. Effect of treatments on weight of the fresh aboveground part/plant (yield) (WFA)

The results concerning the WFA (Tables 3 and Figure 1) show:

- Organic applications in combination with inorganic fertilization gave the highest values of WFA, ie production-yield.
- The second (foliar) application significantly increased the WFA only in dense dosage of 1:200 (T7), which was not observed in the corresponding T6 in 1:500 dosage.
- T4 treatment with one application in 1:500 dosage gave the highest value and it is suggested as the most appropriate.

Effect of treatments on weight of the fresh root system/plant (WFR)

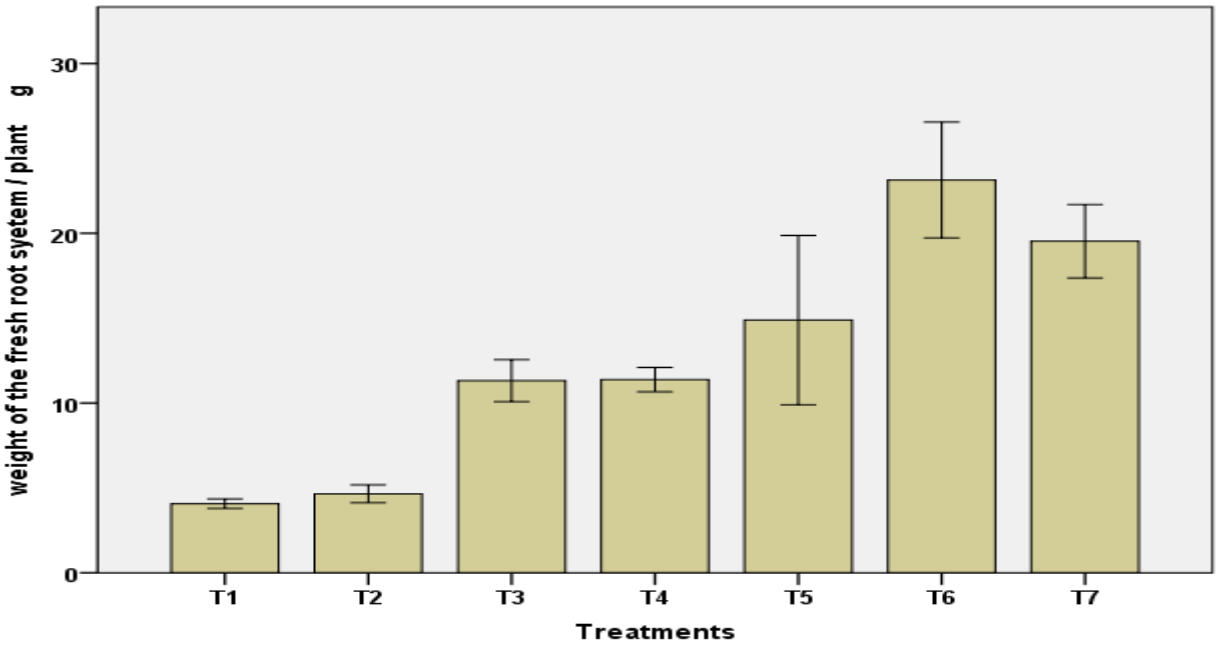


Figure 2. Effect of treatments on weight of the fresh root system/plant (WFR)

From the results concerning the WFR (Table 2. and Figure 2.) it appears that:

- Organic applications in combination with inorganic fertilization presented the highest values
- There is a further significant increase when two foliar sprays are applied in relation to the respective treatments with one foliar spray giving the maximum values in both dosages.

Effect of treatments on number of leaves/plant (NL).

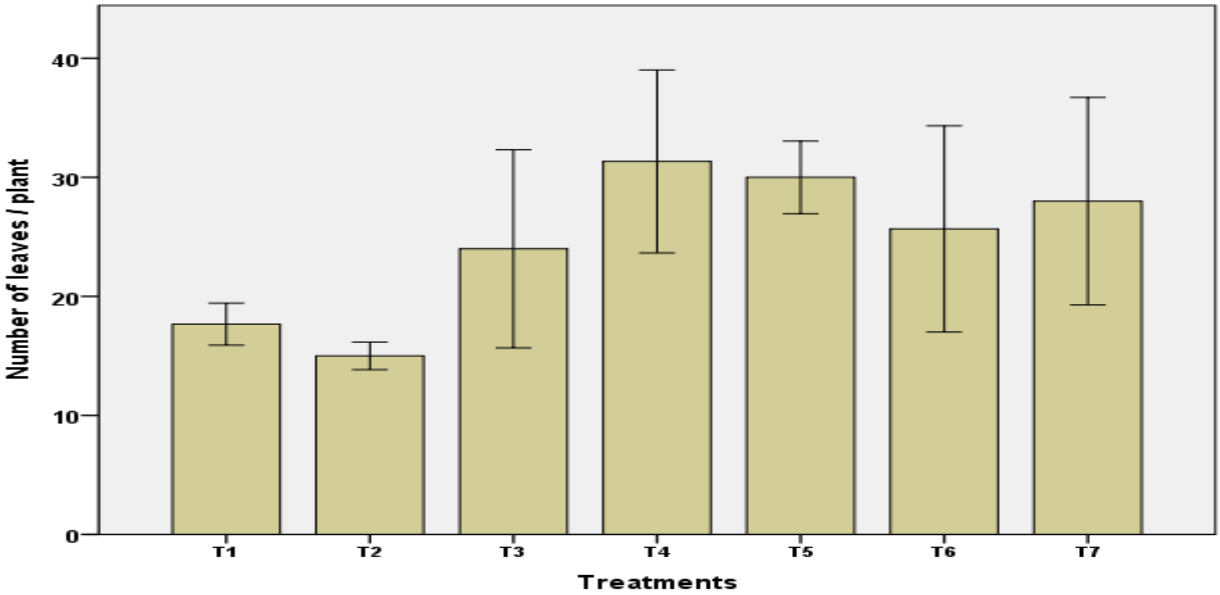


Figure 3.Effect of treatments on number of leaves/plant (NL)

From the results concerning the leaves/plant (NL) (Table 3 and Figure 3) it appears that:

- Organic applications in combination with inorganic fertilization with one foliar application presented the highest values.
- No further significant increase when two foliar sprays are applied with respect to one spray in both dosages.

Effect of treatments on total leaf area/plant (TLA).

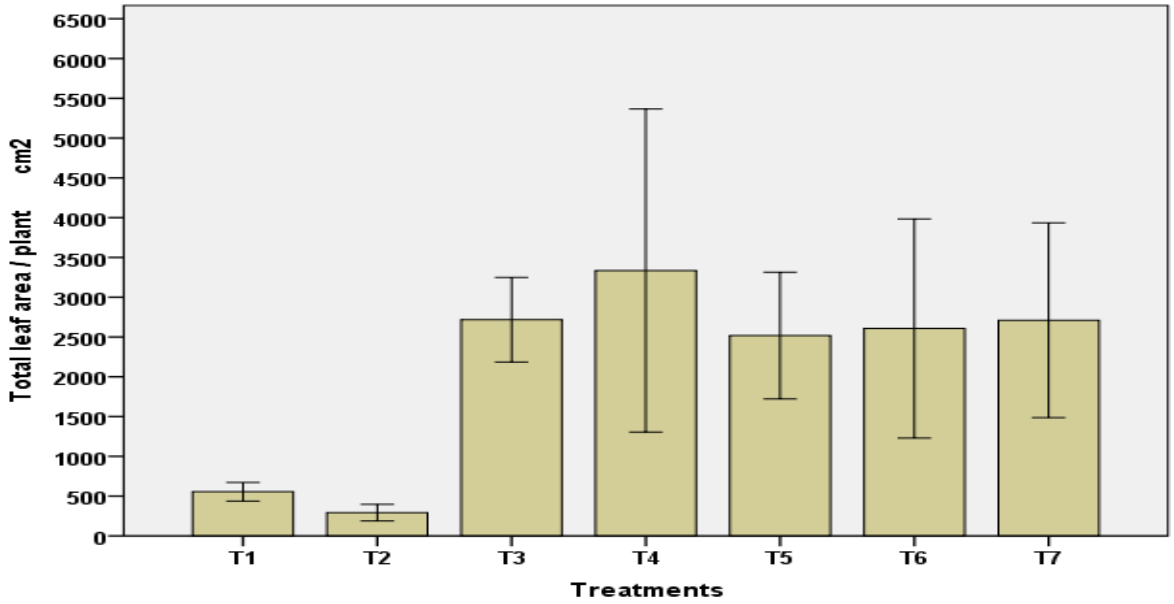


Figure 4. Effect of treatments on total leaf area/plant (TLA)

The highest recorded value was presented in the T4 treatment without proving a significant difference compared to the T3, T5, T6 and T7 treatments.

Given the two-way relationship between the aboveground part of the plant and the root system, it was chosen to investigate the dependence of TLA with N.L. (linear), WFA with N.L. (s type) and WFA with T.L.A. (logarithmic), as the following graphs show.

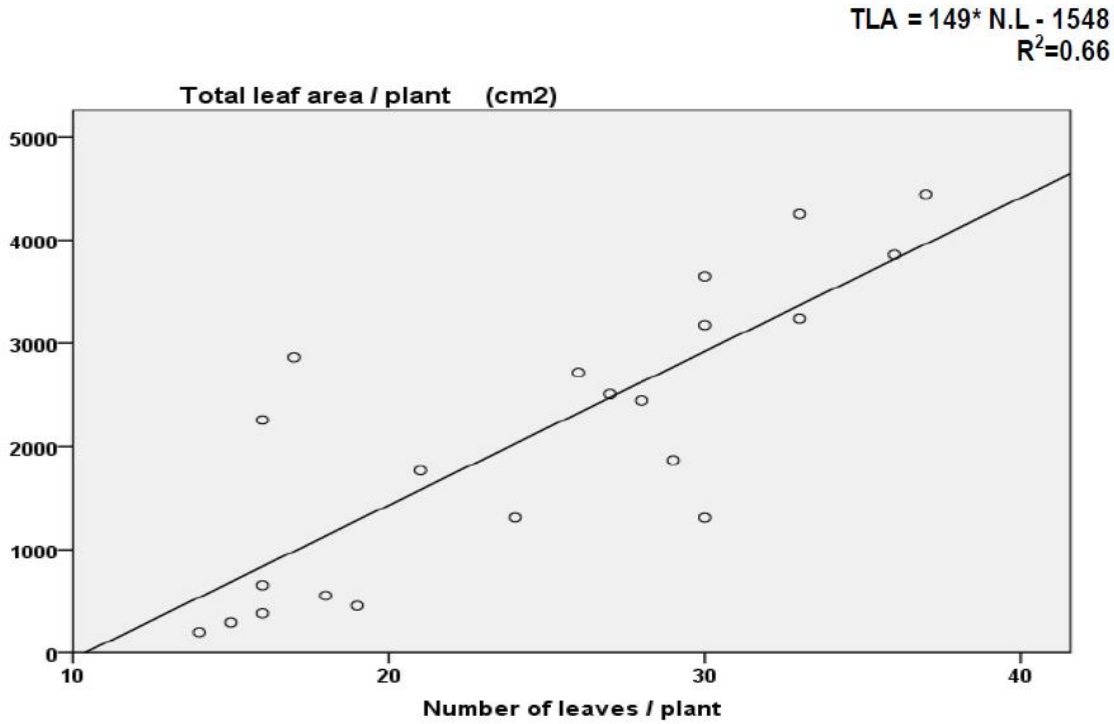


Figure 5. Change of TLA in function of LN

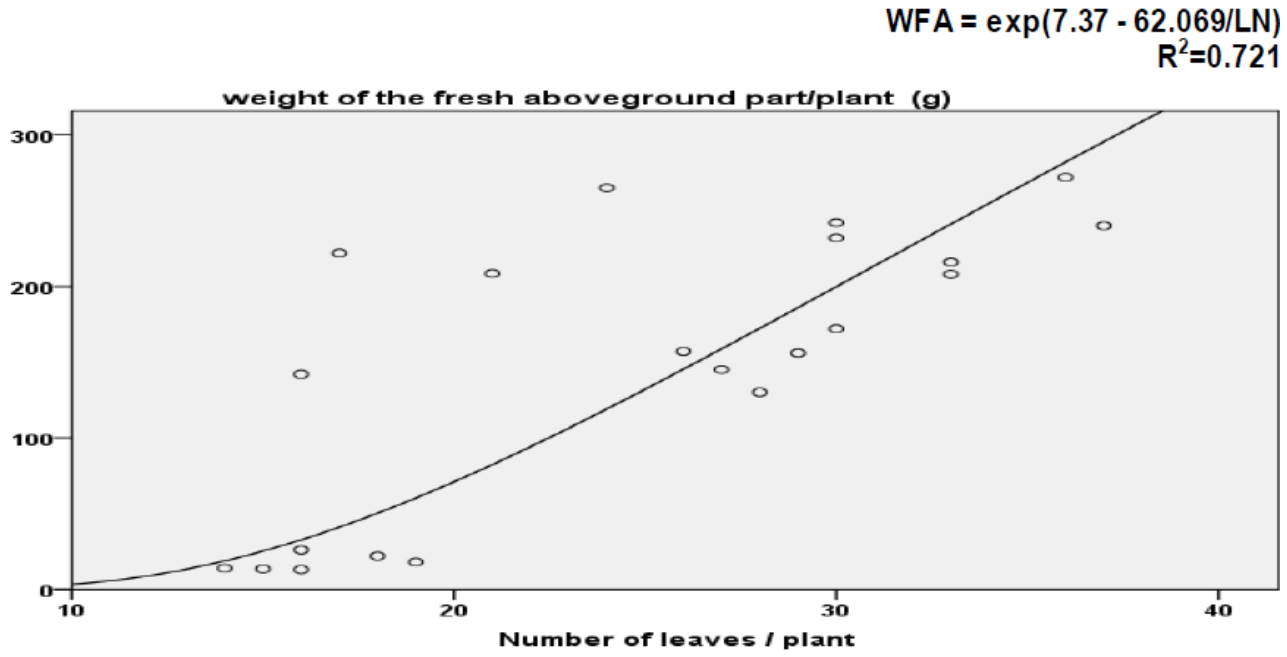


Figure 6. Change of WFA in function of LN.

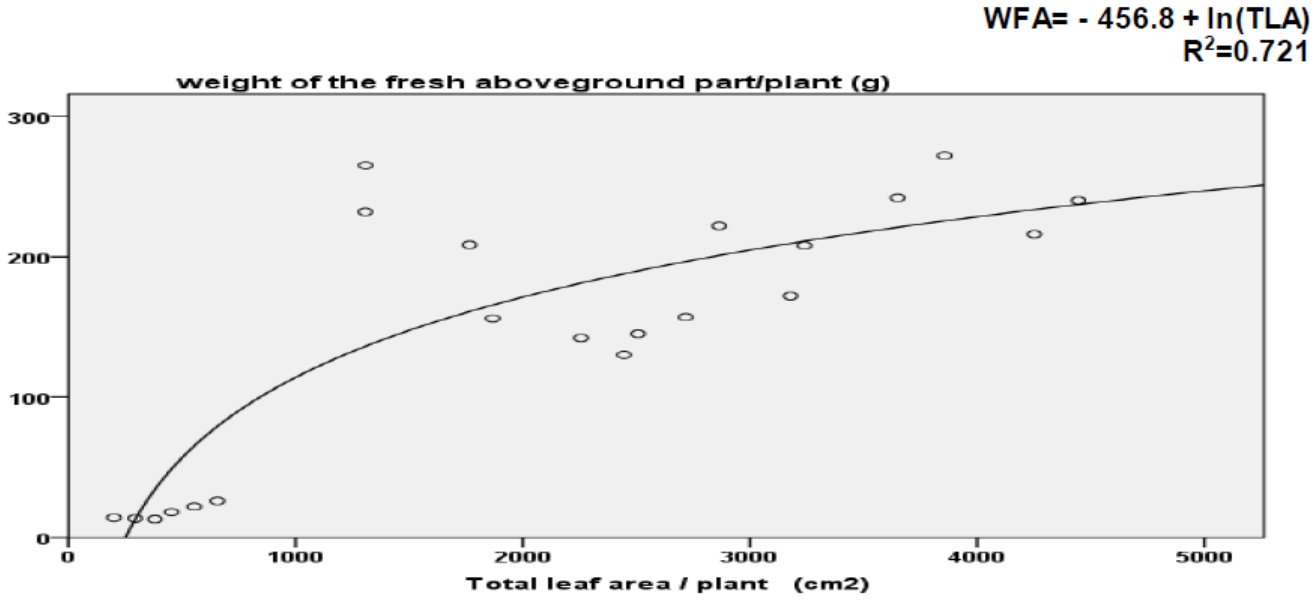


Figure 7. Change of WFA in function of TLA

Finally, the correlation between the examined parameters was attempted, confirming the positive correlation between the examined parameters and especially between WFA with the rest examined parameters and TLA with LN.

Table 4. Correlation between the examined parameters

PARAMETERS	WFA	WFR	LN	TLA
WFA	1	0.767**	0.743**	0.783**
WFR		1	0.550**	0.599**
LN			1	0.812**
TLA				1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Conclusion

From the above, it is clear that inorganic NPK fertilization and the combination of NPK fertilization and foliar applications with the organic formulation, affected all the examined parameters. Organic applications in combination with NPK inorganic fertilization recorded the highest values of fresh aboveground part / plant and the treatment that combines inorganic fertilization with one application in 1:500 dosage, presented the highest value and is recommended as the most appropriate. In any case, further experimental research is required with a more focused introduction of factors, a larger number of examined parameters and variables in order to draw safer conclusions.

Reference

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D. R.. 1982. Methods of soil analysis, Part 2, Agronomy 9, American Society of Agronomy Madison, Wisconsin, pp 247-262.

Canellas L.P., Olivares F.L., Okorokova-Façanha A.L., Façanha A.R. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H+-ATPase activity in maize roots. Plant Physiol. 130: 1951–1957.

Canellas L.P., Spaccini R., Piccolo A., Dobbs L.B., Okorokova-Facanha A.L., Santos G.A., Cowan, I. R., Raven, J. A., Hartung, W. and Farquhar, G. D. 1982. A possible role for abscisic acid in coupling stomatal conductance and photosynthetic carbon metabolism in leaves. Aust. J. Plant Physiol. 9, 498–498.

SSSA (Soil Science Society of America). 1990. Soil Testing and Plant Analysis, Book: Series 3.

STUDY OF THE EFFECT ON PRODUCTION, NUTRITION OF SPINACH AND SOIL SUBSTANCE FROM THE USE OF SEWAGE

Stavros Sotiropoulos[1*], Ioannis Kalavrouziotis[2], Sotirios Varnavas[3], Christos Paschalidis[1], Viktor Kavvadias[4], Antonia Koriki[1], Georgios Xirogiannis[1]

[1]School of Agriculture and Food of the University of Peloponnese. Antikalamos, 24 100, Kalamata, Greece
[2]Faculty of Sciences and Technology of the Hellenic Open University Patras, Greece
[3] School of Sciences, Department of Geology, University of Patras, Campus, 26504, Rio, Greece
[4]Department of Soil Athens of the Institute of Soil Resources, S. Venizelou 1, 14 123 Lykovrysi, Attica, Greece

ssotiropls@hotmail.com

Abstract

This study investigates the effects of the sewage sludge of Kalamata Waste Water Treatment Plant (WWTP) both on production (Spinacia oleracea) and absorption of N, P, K, from various spinach plant parts.

Parameters of soil-sludge mixtures are also considered during this study. Especially the total nitrogen content, available phosphorus, exchangeable K, Ca, Mg.

The experiment was conducted in Messinia and the results showed that sludge improves soil fertility and the production of spinach in small proportions of sludge – soil mixture. The application of sludge in large quantities is associated with potential toxicity from over-concentration of phosphorus and $N\text{-}NH_4^+$.

Finally, the sludge can be used as fertilizer in small proportions of sludge / soil mixtures and it seems that the disposal of sludge in soils for agricultural purposes is a very good method of disposal that must be considered.

Key-words: sludge, fertility, production, spinach.

Introduction

Sludge from urban wastewater treatment plants is one of the main wastes and like various agricultural and agro-industrial wastes are renewable natural resources, the rational utilization of which is very important for the economy and is one of its main priorities of modern society (Kouloumbis and Tsantilas, 2008). Selecting a suitable soil substrate by adding sludge in various proportions could possibly form a better economic result highlighting the use of sludge as an effective way of fertilizing, improving the physicochemical properties of the soil.The disposal of urban wastewater causes various malfunctions (pollution and contamination of terrestrial and marine ecosystems, social problems, etc.) (Kalavrouziotis et al., 2005). The ever-increasing quantities of sludge produced in the EU and the particularly adverse effects on the environment that have been caused from time to time, create the necessity of coordinated efforts to select the appropriate methods of sludge treatment and consequently their better utilization (Kalavrouziotis et al., 2009).

It is known that most agricultural soils in Greece contain a low percentage of organic matter while the available quantities of animal manure for their improvement are limited and have a high disposal price. Urban wastewater contains 16-50% organic matter and their application in agricultural soils can affect the balance of soil organic matter (Boyd et al., 1980), in addition to that of nutrients.

The purpose of this study is to investigate the effect of sludge and its levels on spinach with emphasis on the yield of spinach (Spinacia Oleraceae, Fam: Chenopodiaceae).

Materials and Methods

The experiment was carried out in an outdoor protected area on a farm in the region of Messina (Greece). The substrates used in the experiment were in experimental pots with soil-sludge mixtures according to the following plan(Table 1):

Table 1. Experimental Treatments

Treatments (kg of substrate per pot)		Soil / sludge ratio
T1	5 kg soil	-
T2	5 kg soil+0.25 kg sludge	20.0
T3	5 kg soil+0.50 kg sludge	10.0
T4	5 kg soil+0.75 kg sludge	6.7
T5	5 kg soil+1.00 kg sludge	5.0
T6	5 kg soil+1.25 kg sludge	4.0
T7	5 kg soil+1.50 kg sludge	3.3

The experimental pattern was completely randomized, with seven substrates-treatments in six replications. Thus the total of the experimental containers was: 6x7 = 42. The air-dried sludge was mixed evenly with 5kg of air-dried soil according to the above operations.The sowing with spinach seeds took place on 24/12/2010 and in each pot 20 spinach seeds were sown and after germination some of the seedlings were removed, leaving 6 plants per pot. Care was also taken to keep the substrate sufficiently moist. Soil and sludge (before mixing) and substrates were sampled during the crop harvest (5/4/2011) where 42 substrate samples were taken. At harvest the plants were divided into samples of root system, stems and leaf blades (42 samples for each plant part). This was followed by milling to a grain size of 2 mm and the soil, sludge and substrate samples were analyzed, air dried while soil and substrates were also sieved with a 2 mm sieve.
Laboratory analyzes were performed according to the internationally accepted methods of SSSA (Page et al., 1982; SSSA, 1990).

The soil used was loamy, alkaline pH, calcareous, with low electrical conductivity, sufficient content of organic matter (Table 2), while the sludge used, had the usual characteristics of treated urban sludge (Table 3).

The statistical analysis includes an analysis of variance (ANOVA) with the Duncan test, using the SPSS statistical package.

Table 2. Physicochemical characteristics of the soil

Soil texture	Sand: 47.7 % w/w	Silt : 41.6 % w/w	Clay : 10.7 % w/w
Moisture % w/w	1.28		
Water capacity % w/w	37.12 %		
pH	7.4		
Electrical conductivity ms / cm	0.44		
CaCO3 % w/w	16.8		
Total N % w/w	0.16		
Organic matter % w/w	2.1%		
Available P ppm (Olsen)	15.5		
Exchangeable K ppm	522		
Exchangeable Ca ppm	2275		
Exchangeable Mg ppm	90		
Available Fe ppm	17.0		
Available Cu ppm	2.4		
Available Zn ppm	2.6		
Available Mn ppm	6.3		

Table 3. Physicochemical characteristics of the sludge before mixing with the soil

Moisture % w/w	31.3
pH	6.7
Electrical conductivity ms / cm	1.0
CaCO3 % w/w	3.8
Organic matter % w/w	38
Total N % w/w	3.2
Total P ppm	612
Total K ppm	582
Total Ca ppm	1220
Total Mg ppm	1536
Total Fe ppm	8200
Total Cu ppm	155
Total Zn ppm	1622
Total Mn ppm	218

Results and Discussion

Effect of sludge on substrates and absorption of N by spinach plant tissues

The results concerning the concentration of N in the substrates and the concentration in the plant tissues of spinach (Tables 4 and 5) show:

- The significant increase in total N with the increase of the sludge / soil ratio which was expected due to the increased organic N contained in the sludge relative to the soil.
- The highest absorption in the treatments E2, E3 in descending order, observed in all three plant parts, which is perfectly correlated with the largest biomass (Table 5).
- The concentration of total N in the soil increases with increasing sludge / soil ratio, however there is no corresponding increase in availability-absorption with the exception of E2 treatment (Tables 4 and 5).

Effect of sludge on the concentration of available P in the substrates and on the concentration of P in the plant tissues of spinach

From the results concerning the concentration of P in the substrates and the concentration in the spinach plant tissues (Tables 4 and 5) it appears that:

• The available P increases with the reduction of the soil / sludge ratio (increased sludge dosage) given the high content of sludge in P, showing a significant decrease in the T6 and T7 treatments but remaining at high levels. From relevant research data, it has been found that at denser concentrations P abrupt discontinuities of adsorption are observed (insolubilization P - reduction of the available P), justifying the above behavior.

• The above increase of the available P in the treatments T3, T4, T5, T6 and T7 exceeds the limits of adequacy (> 50-80 ppm) causing possible toxicities (> 0.6 ppm) (Jones et al ., 1991).

Effect of sludge on K, Ca and Mg concentrations in substrates and plant tissues of spinach

The concentration of the exchangeable cations K, Ca, Mg in the substrates increases with the increase of the sludge / soil ratio, showing a significant decrease in the T6 and T7 treatments but remaining at high levels (Tables 4 and 5). Also, their concentrations in the substrates show a similar variation and seem to be co-formed by the competitive relationship both with the $N\text{-}NH_4^+$ and between them, especially in treatments where the substrates have a reduced soil / sludge ratio (increased sludge dosage). For the same reasons and due to the above variation, a similar variation occurs in the concentration of these elements also in the plant tissues, taking into account that Ca is a less flexible element in relation to K and Mg (Tables 4 and 5).

Table 4. Effect of sludge on the concentrations of total N (% w/w), available P and exchangeable K, Ca, Mg of the substrates (ppm)

Treatments/ Parameters	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Total N	0.14 f	0.22 e	0.34 d	0.49	0.58 c	0.70 b	0.77 a
Available P	17 g	38 f	53 e	139 d	420 a	265 c	363 b
Exchangable K	479 f	670 e	1053 d	2011a	1628 b	1245 c	1532 b
Exchangable Ca	1954 c	1984 c	2301bc	2570 b	3071 a	2812 ab	2213 bc
Exchangable Mg	73 e	144 d	471 c	480 c	667 a	583 b	330 d

From Table 4, it appears that the addition of sludge affects plant growth and therefore yield in spinach. Thus the treatments T2 and T3 give a significant increase and the highest yields with a maximum in the treatment T2. The effects of toxicity are evident in treatments T5, T6 and T7 (Table 6, Figures 1 and 2). Also from figure 3 is presented the connection between the weight of the fresh aboveground part (yield) with the concentration of the substrates in total N, directly related to the soil / sludge ratio and the treatments of the experiment.

Table 5. Effect of sludge on the concentrations of N, P K, Ca and Mg of the spinach plant parts (% w/w)

Treatments/ Parameters	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
N- stem	2.16 d	5.40 a	4.67 ab	3.20 c	3.03 c	3.24 c	3.14 c
N-blade	5.46 c	9.65 a	7.70 b	4.71 d	4.45 d	5.03 cd	5.95 c
N-root	3.22 cd	6.13 a	5.76 ab	3.90 c	3.75 c	3.90 c	4.00 c
P-stem	0.23 d	0.30 cd	0.32 cd	0.33 bc	0.37 b	0.42 b	0.58 a
P-blade	0.28 d	0.30 d	0.30 d	0.35 cd	0.40 bc	0.52 ab	0.64 a
P-root	0.26 f	0.45 de	0,53 d	0.62 cd	0.72 bc	0.83 ab	0.95 a
K-stem	14.05 a	10.88 b	14.20 a	14.05 a	13.98 a	14.48 a	4.50 c
K-blade	6.19 bc	6.12 bc	9.22 a	9.70 a	9.57 a	6.88 b	8.99 a
K-root	3.27 c	6.68 b	6.80 b	9.63 a	10.07 a	3.24 c	3.00 c
Ca-stem	0.79 bc	0.46 d	0.43 d	0.64 c	1.50 a	0.90 b	1.64 a
Ca-blade	0.94 c	1.07 c	2.40 b	2.18 b	2.05 b	0.54 d	3.27 a
Ca-root	1.73 b	1.06 c	1.98 b	1.85 b	3.63 a	3.00 a	1.09 c
Mg-stem	0,54 c	0.98 a	0.70 b	0.80 b	0.48 cd	0.58 c	0.39 d
Mg-blade	0.80 c	1.13 b	1.80 a	1.19 b	0.83 c	0.73 c	0.77 c
Mg-root %	0.39 d	0.69 b	0.47 c	0.70 b	0.83 a	0.53 c	0.26 e

Table 6. Fresh and dry weight of the plant and parts of the spinach at the end of vegetative period

Treatments	Fresh weight of above ground plant part (g)	Fresh weight of root (g)	Dry weight of root (g)	Dry weight of above ground plant part (g)
T1	37.4 c	1.5 b	0.3 b	4.8 c
T2	87.8 a	2.2 a	0.5 a	11.3 a
T3	63.9 b	1.3 b	0.3 b	10.4 b
T4	33.6 c	1.6 b	0.3 b	4.5 c
T5	19.8 d	0.6 c	0.2 c	2.8 d
T6	10.7 e	0.3 d	0.2 c	2.0 e
T7	4.1 f	0.2 d	0.1 d	0.2 f



Figure 1. Spinach plants at the end of the vegetative period under the influence of treatments E1, E2 and E3 from left to right.



Figure 2. Spinach plants at the end of the vegetative period under the influence of treatments T7, T6, T5 and T4 from left to right

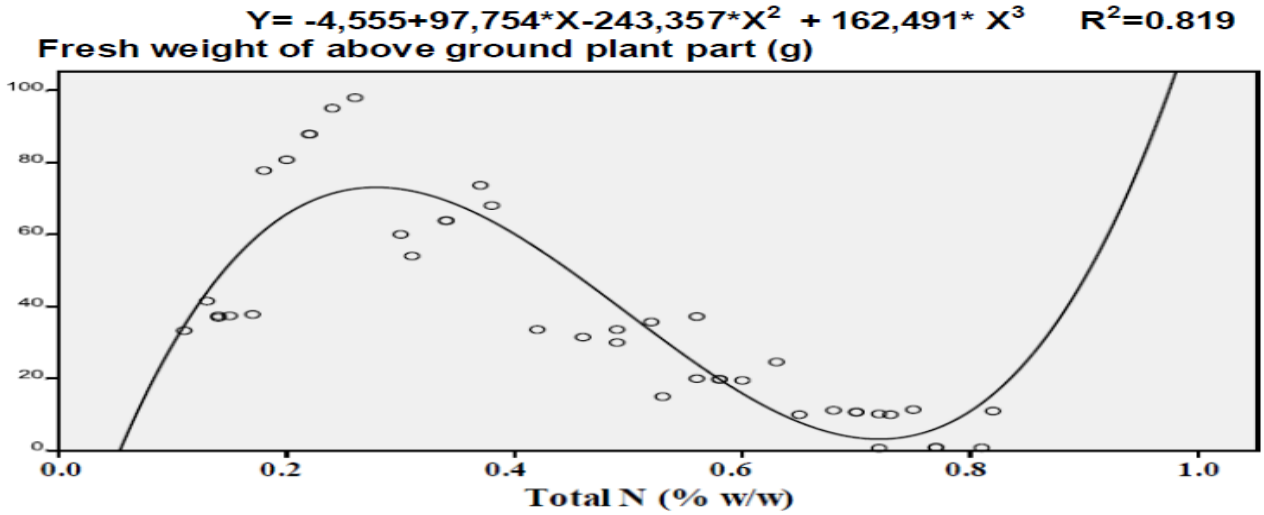


Figure 3. Weight of the fresh aboveground part (yield) in fuction of total N concentration of the substrates

From the data of the experiment the following equation of multiple correlation (linear) with a coefficient of determination R^2 = 0.794 emerged.

F.W.= -1.635*N-0.735*pH+0.293*O

Where:
F.W.= Fresh weight of the aboveground part
N = Total nitrogen
O = Organic matter

From the above equation it is obvious that the increase in yield can be attributed also to the increase in the organic matter of the substrates and the created environment of the substrates such as pH. Also from the same equation in combination with the data presented in Figure 3 it is found that total nitrogen is not always positively correlated with yield. This can be attributed to the possible increase in the ratio of NH4 + / NO3- and toxic concentrations of the other macro and trace elements. The above is a consequence of the reductive conditions that from one point onwards the addition of sludge causes, especially in large sludge/soil ratios where the above equation is more applicable under the conditions and data of this experiment.

Figure 4 shows the effect of the K/P ratio of the substrates on the yield of spinach as shown by the parabolic curve showing the maximum yield at K/P = 19 about.

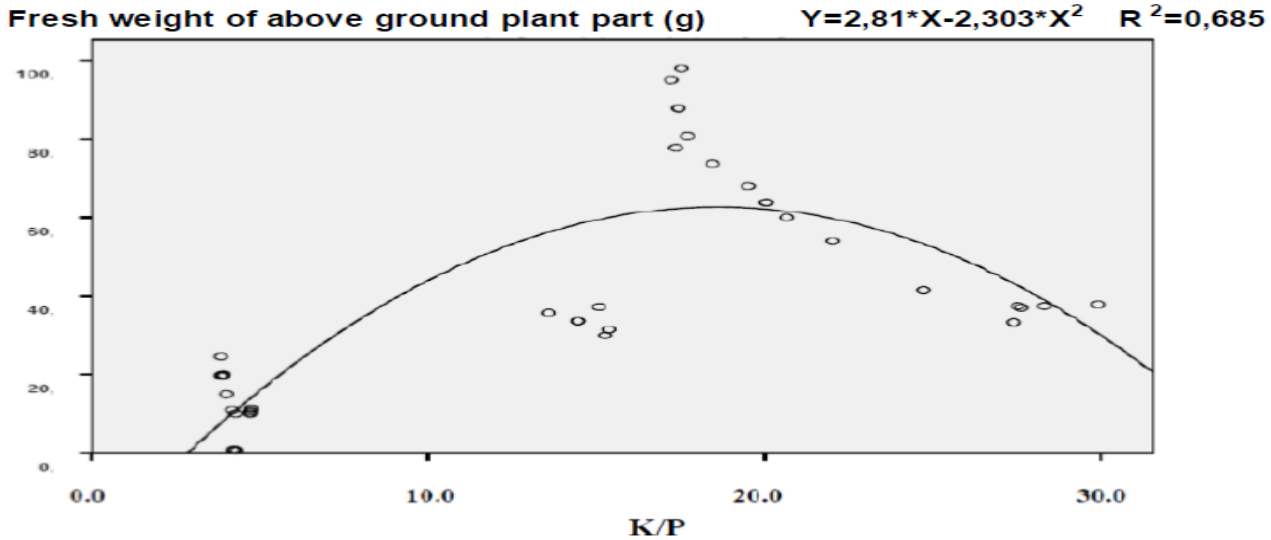


Figure 4. Weight of the fresh aboveground part of the spinach in function of K / P ratio of the substrates

Conclusion

Summing up, we can say that the effect of sludge on the physicochemical characteristics of the soil and the growth of spinach can be summarized as follows:

- A significant increase in total N was observed with the increase of the sludge / soil ratio without the corresponding absorption by the plants.
- The high concentration of sludge in P causes the increase of the digestible P in the substrates and in the plant tissues with the increase of the sludge / soil ratio.
- The concentration of the exchangeable cations K, Ca, Mg in the substrates and in plant tissues increases with the increase of the sludge / soil ratio, showing a similar variation
- The addition of sludge has a positive effect on the yield of spinach cultivation, increasing its yield in soil / sludge ratios 20-10: 1, achieving the maximum value in the ratio 20:1.
- The sludge of the biological treatment plant can be used as fertilizer in small sludge / soil ratios and it seems that its disposal in the soil for agricultural purposes is a very good disposal method, which should be considered as a priority.
- It is necessary to continue and expand the relevant research, for the utilization and ecological management of the increasing production of biological treatment sludge**.**

Reference

Boyd S. A., Sommers L.E. and Nelson W. 1980. Change in the humic acid fraction of soil resulting from sludge application. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 1179–1186.

Jones B. J, Wolf B, and Mills A. H. 1991. Plant Analysis Handbook. Micromacro Publising, Inc.

Kalavrouziotis, I.K., P.I, Kanatas, A.H. Papadopoulos, S. Bladenopoulou, P.H. Koukoulakis and M.N. Leotsinides. 2005. Effects of Municipal Reclaimed Wastewater on the Macro and Microelement Status of Soil and Plants. Freshenius Environmental Bulletin 14(11):1050-1057.

Kalavrouziotis., I.K, P.H. Koukoulakis, A.H. Papadopoulos and A. Mehra. 2009. Heavy metal accumulation in Brussels sprouts after irrigation with treated municipal wastewater. Plant Interactions. 4:41-48.

Kouloumbis, P. and Ch. Tsantilas. 2008. Handbook of Good Agricultural Practice for the Adequate Utilization of Urban Sewage Sludge. Publications of the Ministry of Rural Development and Food, Athens, Greece. (in Greek).

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R.. 1982. Methods of soil analysis, Part 2, Agronomy 9, American Society of Agronomy Madison, Wisconsin, pp 247-262.

Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of DTPA test for zinc, iron manganese and copper. Soil Sci. Soc. Amer. J. 42:421-428.

Olsen, S.R., J.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, Circular 939 USDA, Washington USA.

SSSA (Soil Science Society of America) 1990. Soil Testing and Plant Analysis, Book: Series 3.

ЗА НЕОБХОДИМОСТТА ОТ ГЕОГРАФИЗАЦИЯТА НА БЪЛГАРСКОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ

Веселин Бояджиев

Софийски Университет „Св. Св. Кл. Охридски“
v.boiadjiev@abv.bg

Резюме

Основната цел на доклада е да се опита да напомни за контактите на земеделската наука с географията. Както при научните изследвания, така и при средното и висшето образование. Използвани са конкретни примери за ползите от географията. Напомнени са достижения от миналото. Подценената география води до пропуснати ползи и от членството в ЕС. Подчертано е специфичното състояние на българското земеделие спрямо това от развитите западни държави. Бюрократичното отношение към районирането принизява ролята на природните условия и ресурси, бави регионализацията на българското земеделие.

Ключови думи: България, земеделие, география, агробизнес

THE NEED FOR GEOGRAPHIZATION OF BULGARIAN AGRICULTURE

Veselin Boyadzhiev

Sv. Sv. Kliment Ohriski Sofia University
v.boiadjiev@abv.bg

Abstract

The report's main purpose is to try to recall the contacts of agricultural science with geography, both in research and in secondary and higher education. Specific examples of the benefits of geography have been used and shown. Geography is underestimated and this leads to a lack of benefits from EU membership. The specific state of Bulgarian agriculture compared to that of the western countries is emphasized. The bureaucratic attitude towards regionalization diminishes the role of natural conditions and resources and slows down Bulgarian agriculture's regionalization.

Keywords: Bulgaria, agriculture, geography, agribusiness

Въведение

За нас, географите, българското земеделие остава основен и предмет и обект на научно изследване, както и на педагогическо обучение. Основанията за това са както принципни, теоретични, така и практически, подчинени на обществените реалности. По тези причини всяка покана от страна на българската специализирана земеделска наука и практика приемаме с благодарност и готовност за сътрудничество.

След философията географията е една от безспорните фундаментални науки. В условията на множащото се научно множество географията и днес остава мост между хуманитарните и природните науки. В същото време земеделието е майката на стопанството и колкото и да се усложнява то, земеделието, което изпълнява вродения рефлекс на човека да се нахрани, остава фундамента за стопанското развитие. Съвсем естествено е да се търси взаимната връзка между земеделието и географията.

Материали и методи

Структурата на предложената разработка обхваща въведение, материали и методи, резултати и обсъждане, заключение, литература.

Обект на изследване е българското земеделие, а предмет – неговата географска организация. Основният географски метод е районирането. Според Веселинова той трябва да получи универсално приложение в българското общество. (Веселинова, 2021, с. 36) Районирането се стреми да извлече максимални ползи за обществото от оптималната териториална организация на целия аграрно-промишлен-търговски цикъл. По този повод се стремим да улесним бързата модернизация на нашето земеделие и агробизнес за да наваксат определеното изоставане в планирането, политиката на развитие и отчетността. Други географски методи са комплексното описание, сравнението, ретроспективният анализ и синтез.

Досега в тази проблематика са работили Ан. Бешков, Т. Йорданов, Здр. Демерджиев, Б. Колев, М. Илиева, Ив. Марков, Пл. Патарчанов и други.

Резултати и обсъждане

В България научното изучаване на земеделието изпреварва развитието на отечествената география в миналото. Първите професионални географски проучвания за българското земеделие откриваме чак през 30-те години на миналия век, докато земеделието създава България от самото й държавно начало. Тогава се създават първите земеделски изследователски станции, през 1921 г. е създаден Агрономически факултет, който през 1925 г. е преименуван на Агрономо-лесовъден факултет към Софийския Университет.

Спойката и в същото време разминаването между нашата традиционна земеделска наука и отечествената география е разбирането за районирането. По нашето скромно мнение и двете страни не се разбират и дори не се познават. За българските географи, още от началото на социализма и под влияние на тогавашната сталинска съветска икономическа география, районирането остава главния географски метод. Илюстрация на това е организираното за първи път комплексно иконом-географско райониране на страната, публикувано през 1963 г. Негов главен ръководител е съветският географ от български произход Емил Борисович Валев. (География на България, т. 2, Икономическа география, 1961 г.) Съставените там 6 икономически района бяха буквално прекопирани за нашето членство в ЕС и сега се използват от НСИ при статистическата обработка на информацията за България. При това комплексното разбиране на районирането преобладава над отрасловото направление, а при специализираната земеделска наука е точно обратното. Докато географската наука „изчаква“ земеделската дейност и пропагандира, планира, анализира на основата на вече получените резултати, то отраслово построената земеделска наука първо създава своите „факти“-сортове, породи - и после търси по територията най-подходящите места за тяхната реализация. Устойчивостта на сушата и заболеваемостта са проблеми на селекцията. Под комплексно райониране географите разбират работа с крайните резултати на земеделската наука – сортове, породи и технологии. Затова комплексните земеделски или аграрно-промишлени и аграрно-търговски райони, се разбират изключително от географите, докато специализираната земеделска наука използва административното географско райониране, - области и общини.

Като географ не мога да не отбележа разминаването, което се получава при географската реализация на земеделската наука, която въпреки, че обективно се основава на географията на природните условия и ресурси, под географско изследване разбира административното, т.е. вътрешнополитическото райониране.

Както и да се разглежда земеделието по административни зони, области или общини, това е по-скоро териториална статистика, а не география. При което, административното райониране е динамично, променливо, докато земеделието, например на Горнотракийската низина и Стара планина, остава стабилно като специализация и продуктова структура. Като обобщение трябва да кажем, че теоретичният проблем дали районирането да се съобразява с административните граници или не, остава.

Възприетата система на националните сметки при членството ни в ЕС на дело ликвидира стопанската статистика на поддържавно равнище, например по общини. Пред вид силно ограничените възможности на НСИ, имаме съмнение в точността на националните сметки. И значимостта на земеделската статистика не е в играещите стойностни показатели, с които постоянно ни облъчват, а с натурите, за които се говори само ако има увеличение. За какво самоуправление може дори да се мисли без общинска стопанска статистика. Днес по общини, освен изборните и демографските стойности, храната например, остава в тайна…

И въпреки използването на административното райониране, за земеделските научни институции, които използват районирането и картографирането, т.е. географски методи, остава „незабелязано“ предначертаното още от фон Тюнен през 1826 г. крайградско земеделие. Крайградското земеделие е с традиции в българската география. Например за София има защитени две дисертации (Велев (1963 г.); Бояджиев (1991 г.). Според Веселинова: „В тези изследвания добре се вижда как земеделието около София не може да задоволи нуждите на бързо растящия голям град.“ (Веселинова, 2016, с. 106). През 1983 г. е създадена Столична междуокръжна аграрно-промишлена асоциация, чрез която земеделските производителни предприятия получаваха премия за всеки произведен килограм, доставен за столицата.

Делът на градското население от години вече е над 70%. Повсеместно в страната се извършват социално-икономически трансформации. Част от тях се изразяват в ликвидация на домашното и дребното земеделско производство. Традициите си отиват. По този начин делът на потреблението на храни от населението, което не ги произвежда, расте и според нас надхвърля делът на градското население, въпреки че българската урбанизация се разминава с централно и западноевропейската. Ако се проведе пълно земеделско преброяване, дали няма да се окаже, че делът на земеделското производство в градските землища, съвсем не заслужава липсата на специално внимание. Както най-сетне и управниците и отрасловите специалисти да прогледнат за терминологичните недомислия у нас. Например „селско“ стопанство и „селски райони“. Както в много други езици, така и в българския няма точно съответствие на латинското понятие „Рурал“ и затова то трябва да се приеме като чуждица.

У нас има всеобщо неизползване на високите планински пасища, особено ако направим сравнение дори с турското робство. Например само християнското население на Стрелча, което е било около половината, е притежавало в навечерието на Априлското въстание от 1876 г. над 16 000 овце, говеда, коне...(Бояджиев, Ил., 2020). Излишно е да казваме, че въпреки липсващата общинска статистика, днес броят на съответните животни е много по-малък. Вредното намаляване на животните в България е кризисно и няма нищо общо с обявяваната общоевропейска политика за борба с климатичните промени.

Оправданията за променените породи и повишената им продуктивност не може да компенсира рязко увеличените разходи. Без никаква механизация тогава животните са изхранвани само с трева, слама и листници. Днешните фуражи и химикали не са били познати, а за сравнение между качеството на продукцията не може и дума да

става. Та българските земи са хранили османската столица и големите средиземноморски градове, а днес?

Едно от връщанията с десетилетия назад на българското земеделие в някои отношения е разрушаването на поливното земеделие. Въпреки големите му недъзи, за предпочитане беше да се подобри, а не да се ликвидира и днес да се мисли за нужните милиарди и десетилетия напред, за неговото подобрено възстановяване. Бързото затопляне, което вече не буди съмнения, ни заварва отново неподготвени. А бяхме на първо място в света в умерените ширини, поливайки около ¼ от обработваемата земя.

Бързото обезлюдяване, на което не му се вижда краят, как се отразява на земеделието според „неговата“ наука?

Масовата бедност в каква връзка е със земеделието?

Явният неуспех на търсената териториална кохезия ще наложи ли изводи или ще продължи политиката „да се усвоят“ средства? Според Веселинова: „Време е България да признае неуспех на официалната политика за вътрешна кохезия. Необходими се резки и генерални политически промени, които не могат да се осъществят при елиминиране на географската наука, образование и обществена практика, както е досега.“ (Veselinova, 2020 с. 1479)

В публикация от 2013 г. посочихме порочната регионална политика при „раздаване“ на земеделските субсидии. Въпреки откритата чиновническа съпротива вън фонд Земеделие и Програмата за развитие на „селските“ райони. И до днес очакваме отрицание или поне критика, но получавам само мълчание.

От членството ни в ЕС вече изминаха достатъчно години. Обществото чака оценки и изводи от науката. За политиката е ясно….въпрос на достъп до парите. И до днес у нас не се разпространява необходимата информация за агробизнеса в развитите западноевропейски страни.

Какво пише в договора за приемането на България в ЕС, конкретно в главата Земеделие, и как се изпълняваше този договор? Наистина ли след края на 10-годишния „приспособителен“ период българският земеделец, какъв ти фермер, получава равна с чуждестранния си колега подкрепа? Как реагира науката в географски план?

Как се отразява на националното стопанство и на отделния българин все по-сложните географски връзки и несъответствия между производство, търговия и потребление на земеделската продукция у нас? Ще припомня за така критикуваните при социализма „насрещни превози“. Примерът е от началото на 80-те години – Пловдив и Бургас по едно и също време си разменят домати. Бурканчетата за детски храни се произвеждаха в Плевен, а се пълнеха в Свищов, Ловеч и особено в Асеновград. Нищо че големите буркани Омния, чиято технология започва през 30-те години на миналия век в Италия при нахлуването ѝ в Етиопия, се произвеждаха на гара Филипово в близкия Пловдив. Заключителният въпрос е дали днес българският агробизнес териториално, т.е. географски, е достатъчно ефективен?

Заключение

Горните и много други въпроси могат и трябва да се зададат, но не с цел спорове, а за търсене на необходимата и полезна промяна. В края на този материал ще изкажа мнението, че началото трябва да е в образованието и едва след него да се търси взаимодействието в науката, практиката и политиката. Ще припомня, че в далечното минало географията и особено икономическата винаги е присъствала в учебните планове на земеделското образование на всички равнища. Показателно е, че първото комплексно райониране на България излиза през 1934 г. в търговското висше училище в Свищов и че негов автор е тогавашния доцент по география и бъдещ академик Атанас Бешков. Дълги години имаше географии и географи в земеделското

висше образование. През 70-те години, по съветска мода, географията механично бе ликвидирана и заменена от регионалната икономика, която се преподаваше от същите географи! В учебните планове свое място има и природната и хуманитарната, особено икономическата география. Както за света, така и отечествената.

Надяваме се колегите от икономическите научни звена да осъзнаят голямата вреда от липсата на географско образование във висшите икономически учебни заведения. Това се отнася особено за бившите географски катедри. В изследователските икономически институции районирането по административно-териториални единици не отговаря на социално-икономическата и особено на природната географска действителност. Постоянно променящите се административни районирания на България се основават главно на политически, а не на научни географски доводи.

Литература

Бояджиев, В., 1983. Икономгеографска характеристика и проблеми на зеленчукопроизводството в комплекс „Г. Димитров”- Пловдив. ГСУ, ГГФ, кн. 2- География, том 77; Boyadzhiev, V., (1983) Economic-geographical characteristics and problems of vegetable production in the complex "G. Dimitrov ”- Plovdiv. GSU, GGF, kn.2- Geografiya, vol. 77.

Бояджиев, В. 2013. Икономгеографските приоритети на българското земеделие. Изд. Парадигма, С.; Boyadzhiev, V. (2013) Economic-geographical priorities of Bulgarian agriculture. Paradigma, S.

Бояджиев, Ил. 2020. Героична Стрелча в Априлското въстание, В. Т., Знак~94; Boyadzhiev, Il. (2020) Heroic Strelcha in the April Uprising, V. T., Znak~94 .

Веселинова, Н. 2016. Приоритети в локалното развитие на източната част на Софийската котловина. Изд. Парадигма, С.; Veselinova, N. (2016) Priorities in the local development of the eastern part of the Sofia valley. Paradigma, S.

Веселинова, Н. 2021. Медицинската география – постижения и надежди. Изд. Парадигма, С.; Veselinova, N. (2021) Medical geography - achievements and expectations. Paradigma, S.

География на България, т. 2, Икономическа география, 1961 г.

Георгиев, Б. (2016) Баланс на почвените ресурси и земеделските земи в България. Сб. География и приятели в чест на 60 годишнината на проф. д-р Веселин Бояджиев, Изд. Парадигма, С.

Georgiev, B. 2016. Balance of soil resources and agricultural land in Bulgaria. Geografiya i priyateli v chest na 60 godishninata na prof. d-r Veselin Boyadzhiev, Paradigma, S.

Зарков, В. 2017. Оптимизиране на Интегрирани планове за градско възстановяване и развитие чрез икономгеографски анализ. Дис. Труд, С.; Zarkov, V. 2017. Optimization of Integrated Plans for Urban Reconstruction and Development through economic-geographical analysis. Dis. S. https://www.unisofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/geologo_geografski_fakultet/specialnosti/doktoranti/pridobivane_na_obrazovatelna_i_nauchna_stepen_doktor/arhiv/vasil_ivanov_zarkov_geologo_geografski_fakultet (ползван последно на 18.08.2021 г.; 14:39)

Патарчанов, Пл. 2015. Интегрирано развитие на планинските райони - пространствени аспекти. С.; Patarchanov, Pl. (2015) Integrated development of mountain areas - spatial aspects. S. https://www.unisofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/geologo_geografski_fakultet/specialnosti/doktoranti/pridobivane_na_obrazovatelna_i_nauchna_stepen_doktor/arhiv/plamen_georgiev_patarchanov_geologo_geografski_fakultet (ползван последно на 17.08.2021 г.; 19:02)

Патарчанов, Пл. 2017. Индустриално депресивни региони. С.; Patarchanov, Pl. (2017) Industrial depressed regions. S. https://www.unisofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/geologo_geografski_fakultet/oficialni_izdaniya (ползван последно на 12.08.2021 г.; 00:01)

Boyadzhiev, V., N. Veselinova. 2014. European and Balkan Ruralism. Differences in Theory and Practice. Journal of Settlements and Spatial Planning, http://geografie.ubbcluj.ro/ccau/jssp/arhiva_si4_2015/08JSSPSI042015.pdf (ползван последно на 17.07.2021 г.; 14:34)

Veselinova, N. 2020. The illusion about the cohesion: a view from Bulgaria. Knowledge International Journal, 38(6), 1475-1480. Retrieved from http://ikm.mk/ojs/index.php/KIJ/article/view/3850 (08.09.2021 г.; 21:14).

VITICULTURE AND WINERY IN THE REGION OF PELOPONNESE OF GREECE

Loukas Papakonstantinou[1], Christos Paschalidis[2*], Stavros Sotiropoulos[2], Dimitrios Petropoulos[2], Dimitrios Taskos[3], Dimitrios Paschalidis[4]

[1]Engineering Agronomist - Freelancer, Dioni, Rafina / Pikermi, Attica. Greece.
[2]Department of Agriculture, University of Peloponnese, Antikalamos Junction- Messinia 24100. Greece.
[3]Hellenic Agricultural Organization DEMETER (former NAGREF).Institute of Olive Trees, Subtropical Crops and Viticulture , Department of the Grapevine of Athens. Greece.
[4]CGK Consulting Ltd, Maroussi. Greece

chpaschal46@ yahoo.gr

Abstract

Viticulture in Greece is the oldest, but in recent years there has been a reduction of areas intended for the production of wine products. The paper presents data for the Peloponnese, the region of Greece with the most areas in vineyards. The Peloponnese is the region with the most areas with vineyards and the region that produces the most wine codes in Greece. The total area of the vineyards of the Peloponnese extends to 24,825 hectares, with the area of vines being recorded at 10,132 hectares and raisins to 14,693 hectares, according to the latest Viticulture Survey of 2015. The Peloponnese, according to the results of the research, occupies the most areas in wine labels in Greece. These areas determine the size of the arable land and set the Peloponnese as the largest wine region in the country. Next in area is the region of Western Greece, which belongs partly geographically to the Peloponnese, with area of 8,662 hectares. In the region of Peloponnese (Region of Western Greece and Region of Peloponnese) are registered 140 companies that produce wines of Protected Designation of Origin (PDO), Protected Geographical Indication (PGI) and varietal. The Peloponnese is the largest wine-producing region in Greece. From 10,132 hectares of vineyards, around 1,500,000 hectoliters of wine are produced every year. White, pink, red, sparkling, sweet their range is very wide. Famous Names of Origin: Nemea, Mantineia, Patras, Moschato Patras, Mavrodafni Patras, Moschato Rio Patras.

Key words: viticulture, varieties of grape, grape products, wines

Introduction

The Peloponnese, also known as “Moreas” or “Morias”, is located in the south of the mainland and is the largest peninsula in Greece and the southernmost in Europe. The Peloponnese region is divided into 7 prefectures, which are Argolida, Arcadia, Achaia, Ilia, Corinth, Laconia and Messinia. Administratively, the Peloponnese is divided into two regions, the region of Western Greece and the region of Peloponnese. The Peloponnese is a mountainous area, divided into two main viticultural sectors, by the mountain ranges that cross it. One is the central and eastern side, with key areas Nemea and Mantineia and the other the western area.. The geomorphology of the soil and the Mediterranean climate of the Peloponnese, which varies depending on the altitude, is responsible for the excellent quality of wine produced by viticulture in the region. 85% of the land ismountainous vineyards that resist climate change. The Peloponnese is surrounded by the Mediterranean Sea. The vineyards of the Peloponnese and the Ionian Islands are an area with a mild Mediterranean climate, due to the favorable effect of the sea mass of the Corinthian Gulf (coastal vineyards), but also the protection and the cool winds provided by the mountain

ranges of Central Greece and the central Peloponnese. The vineyards of the Peloponnese and the Ionian Islands are concentrated mainly in the semi-mountainous and mountainous areas, sometimes in intense relief and sometimes in plateaus and valleys, between the mountain formations (mountainous and semi-mountainous vineyards).

Materials and methods

The purpose of the work is to analyze the statistics on wine-growing, wine production and consumption, using the data from Ministry of Rural Development and Products of Greece [1] and the Hellenic Statistical Authority [2].

Results and discussion

The Peloponnese is the region with the most areas with vineyards and the region that produces the most wine codes in Greece. The total area of the vineyards of the Peloponnese extends to 24,825 hectares, with the area of vines being recorded at 10,132 hectares and raisins to 14,693 hectares, according to the latest Viticulture Survey of 2015 [2][3]. Out of the total of 10,132 hectares of vineyards, 3,603 hectares concern the production of wines with Protected Designation of Origin (PDO) and 5,378 hectares concern the production of wines with Protected Geographical Indication (PGI).

Table 1. Viticulture areas and grape production per Prefecture of the Peloponnese Region for the years 2010-2015

Years	Arcadia		Laconia		Messinia		Argolis		Corinthia	
	Area (ha)	Production (tons)	Area (ha)	Production (tons)	Area (ha)	Production (tons)	Area (ha)	Production (tons)	Area (ha)	Production (tons)
2010	311,6	3,446	413,5	10,183	6,419	77,006	610,3	7,635	17,652	167,969
2011	317,9	3,351	438,6	6,329	6,816	81,972	648,1	7,204	18,779	104,114
2012	307,0	3,020	409,3	9,025	6,634	83,651	628,4	8,598	17,539	145,019
2013	1,351	13,213	778,2	762	6,279	51,190	772,5	13,097	18,237	230,528
2014	1,088	9,321	783,9	549	6,344	44,605	690,8	9,794	18,561	226,785
2015	1,348	13,883	465,8	476	4,872	37,589	696,3	9,098	17,443	161,565

Source:[Hellenic Statistical Authority], [Minagric,2018].

The Peloponnese, according to the results of the research, occupies the most areas in wine labels in Greece. These areas determine the size of the arable land and set the Peloponnese as the largest wine region in the country. Next in area is the region of Western Greece, which belongs geographically to the Peloponnese, with an area of 8,662 hectares. The indigenous vine varieties of the Peloponnese are not only an important factor in the diversity of Greek wine (and of course the Peloponnesian), but among them are some of the most important Greek vine varieties. Among the two, of the four that are the spearhead of the Greek vineyard, are in the top markets of the world: the exotic Moschofilero-Mantineia and the seductive Agiorgitiko-Nemea. But there is also the mavrodafni, known from the homonymous and most well-known dessert wines of Greece, the Moschato, also responsible for sweet and potentially exceptional wines, and other emerging, as well as rarer, vine varieties. Because as in all of Greece, so in the Peloponnese, its viticulture is not based on only a few varieties, something that happens in other wine-producing regions of the world. After all, the old nickname of the Peloponnese, "Ampeloessa", a Homeric word, which means many vineyards, is anything but accidental. The Greek vine varieties of the Peloponnese that are widely cultivated, relatively extensive or limited, are about 25. From them are produced its PDO and PGI wines, as well as its varietal and table wines. The

Peloponnese vine varieties include some international varieties, several of which are used alone or in blends, with each other or with Greek. In fact, some of them have been extremely acclimatized in specific areas of the Peloponnese and have been identified with them, confirming the importance of the authentic vineyards of the Peloponnese. Besides, the vine varieties of the Peloponnese, Greek and international, are an irresistible ingredient for the production of wines of different types and styles .These wines are able to satisfy any wine lover who is looking for the authentic and different, the unusual but interesting and generally unexplored. The wine of the Peloponnese is among the best wines in the world. In the region of Peloponnese (Region of Western Greece and Region of Peloponnese) are registered 140 companies that produce wines of Protected Designation of Origin (PDO), Protected Geographical Indication (PGI) and varietal [Minagric, 2018]. The Peloponnese is the largest wine-producing region in Greece. From 10,132 hectares of vineyards, around 1,500,000 hectoliters of wine are produced every year. White, pink, red, sparkling, sweet their range is very wide. Famous Names of Origin: Nemea, Mantineia, Patras, Moschato Patras, Mavrodafni Patras, Moschato, Rio Patras.

It is noted that for the last two decades there has been a big campaign for the advertising of Greek wines in our country and especially abroad. The development of the institution of "Wine Roads of the Peloponnese" is an important action for the recognition of the wines of the Peloponnese and the future visit to the region. [4]. Through the brand "Peloponesse Wine Roads", the Peloponnese has invested, so that visitors-wine lovers, to recognize the image of the Peloponnese as a wine destination and to actively participate in the wine routes of the region.

Reference

Ministry of Rural Development and Food (minagric.gr 2018) (in Greek).

Hellenic Statistical Authority ELSTAT.

Oikonomakou M., 2015. Press Release. Vineyard Cultivation Research, 2015. Greek Statistical Authority. Athens. (in Greek).

Tzoumourani M., 2019. Marketing Plan and Brandidng in Greek wine. Drawing up strategy for the formation of the Peloponnese as a travel wine designation. Postgraduate work. Greek Open University. Patra. (in Greek).

APPROACH FOR OPTIMIZATION OF MAIN NUTRIENTS WITH LINEAR AND INTRINSICALLY NONLINEAR MODELS

Alexander Sadovski

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
bsc.ieas@yahoo.com

Abstract

The report describes a new approach to optimizing major nutrients using linear and internally nonlinear mathematical models. The nutrients are nitrogen, phosphorus, potassium and silicon. Linear empirical regression models are of the polynomial type, and semi-empirical models are nonlinear with transcendental functions. Data from vegetation pot experiments with maize on leached smolnitsa and alluvial-meadow soil are used for illustration. The values of the maximum yields of maize when fertilized with some major nutrients were obtained.

Key words: nitrogen, phosphorus, potassium, silicon, vegetation experiments, mathematical models

ПОДХОД ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ НА ГЛАВНИТЕ ХРАНИТЕЛНИ ЕЛЕМЕНТИ С ЛИНЕЙНИ И ВЪТРЕШНО НЕЛИНЕЙНИ МОДЕЛИ

Александър Садовски

ИПАЗР „Н. Пушкаров“, София
bsc.ieas@yahoo.com

Резюме

В доклада се описва нов подход за оптимизиране на главните хранителни елементи с помощта на линейни и вътрешно нелинейни математически модели. Хранителните елементи са азот, фосфор, калий и силиций. Линейните емпирични регресионни модели са от полиномиален тип, а полуемпиричните модели са нелинейни с трансцендентни функции. За илюстрация се използват данни от вегетационни съдови опити с царевица върху излужена смолница и алувиално-ливадна почва.Получени са стойностите на максимумите на добива от царевица при торене с някои главни хранителни вещества.

Ключови думи: азот, фосфор, калий, силиций, вегетационни опити, математически модели

Introduction

Mitscherlich (1909) marked the beginning of mathematical modeling in agronomy by representing crop yield as a nonlinear function of the applied fertilizer

$$\log (A - y) = \log A - cx. \quad (1)$$

One of the most substantial objections to the classic equation of Mitscherlich is that it cannot reflect the decrease in yield after a particular maximum has been reached. In most cases under natural and experimental conditions yield is expressed as a curve with a maximum.

Baule (1918) extended Mitscherlich’s equation for the case of n variables. Later Bray (1944) and Russell (1972) made extensive use of Mitscherlich’s model and

improved it for describing the “soil-plant” dependence. Many authors, including Heady and Voss, used a second-degree polynomial with one, two or more variables (Heady, 1964; Voss et al., 1970)

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2, \quad (2)$$

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_2^2 + b_5x_1x_2. \quad (3)$$

Due to the symmetry of the second-degree polynomial which is not observed in reality, Heady, Dillon, Peregudov and Ivanova (Heady & Dillon, 1965; Peregudov& Ivanova, 1972; Ivanova & Kovalenko, 1973) recommended a square root polynomial.

$$y = b_0 + b_1\square x + b_2x. \quad (4)$$

Mundlak (1964) was the first to use multiplication yield models such as the Cobb-Douglas function

$$y = ax^b, \quad (5)$$

but further research has shown a number of shortcomings in this model. Halter et al. (1957) proposed a multiplicative transcendental function of the type

$$y = cx^ae^{bx}. \quad (6)$$

The same function was later used under the name “kinetic function”.

An interesting attempt to use and improve the Mitcherlich's model was made by Schneeberger(2009).He uses the equation in the form

$$Y = c + (a - c)(1 - e^{-bx}), \quad (7)$$

where *x* is the quantity of fertilizer, *Y*is the crop-yield, *a* is the maximum value of the yield (excluding over-fertilization!)and *b*>0 is the most important exponential factor. The constant*c* is the crop-yield with only the plant-available fertilizer in the soil, with no supplementary fertilizer, i.e. x = 0.Schneebergerget the constant d(>0) what is the plant-available fertilizer in the soil, which gives the corresponding crop-yield without fertilizing from outside.

$$d = -\frac{1}{b}\ln(\frac{a}{a-c}), (<0). \quad (8)$$

In this way he came up with the old idea of the amount X_0 of the nutrient in the soil that is called the soil equivalent (Derzhavin&Rubanov, 1975).

The construction of a mathematical model must satisfy two important criteria (Ruzavin, 1984):

First, the model must be adequate, i.e. to correspond to reality. The extent of this correspondence can be different, but in any case, the model must provide an approximately true reflection of the modeled real object, process or phenomenon.

Second, the model must be relatively simple and find a solution to the given problem within acceptable time limits with sufficient accuracy.

The success of mathematical modeling depends on the skillful combination of these two leading rule must be the well-known “principle of simplicity” formulated in the 16th century b nominalist philosopher William of Ockham: *“Entities are not to be multiplied beyond nece futile to do with more what can be done with fewer."* (in Fleishman, 1982).

According to the logical approach in building the model (Klevtsov& Sadovski, 1981), mathematical models can be divided into three groups - meaningful, empirical and heuristic. Meaningful (functional) models are constructed by deduction on the basis of well-established patterns in the structure and functions of the subject. No experimental data are needed to obtain their analytical form. Such data are used only for identification of the unknown parameters in the model.

Naturally, the fruitful idea of unification of inductive and deductive approaches to modeling emerged, which led to the development of a new type of semi-empirical models. These models combine to some extent the advantages of the two approaches (Nerpin et al., 1979; Klevtsov, 1984; Sadovski, 1984).

All linear models are empirical and have no meaningful interpretation.An alternative to them are the semi-empirical internally nonlinear models, which are constructed by combining exact and approximate dependencies between the quantities using experimental data.Most parameters of such models allow meaningful interpretation.

The report describes a new approach to optimizing the main nutrients using linear polynomial and internally nonlinear mathematical models with transcendental functions.

Materials and methods

To illustrate the approach, data from vegetation pot experiments with maize on leached smolnitsa and alluvial-meadow soil derived in 2020 by a team under a project funded by the Scientific Research Fund (Petkova Z. et al., 2021) are used. The design of the experiment has a number of factors - 4 and a number of levels - 5, and allows the production of regression models in the form of a complete polynomial of second degree or other function /linear or nonlinear/ with up to 15 unknown regression coefficients (Sadovski, 2020) . The analysis of variance can evaluate the main actions and the two-factor interactions of the first order.

The experiment was performed in three replications and the results for the yield of maize on leached smolnitsa and alluvial-meadow soil are presented in Table 1. The yield - the amount of dry biomass (g/pot) from the aboveground part when harvesting the experiment was obtained and measured on 13 and 14 July 2020.

Petkova et al. (Petkova et al., 2021) calculated the soil nutrient equivalent in the selected soils using four experimental points with data on the factors and the corresponding values of the dependent variable. These are the control variant No 1, the minimum, average and maximum value of the determining factor (N, P, K and Si), as the other factors are fixed at their average values (N = 200, P = 160, K = 140, Si = 800 mg/pot).

Our approach uses all variants and replications of the experiments as the statistical analysis of the results of the scheme follows the procedure described in (Sadovski, 2021). The estimation of the soil equivalent X_0 is performed by approximating the yield function with a second degree polynomial (Rubanov, 1978).

Table 1. Experimental design of composite type

No	Variants	Dry matt. g/pot	
		Bozhurishte	Tsalapitsa
1	$N_0P_0K_0Si_0$	15.02	4.34
2	$N_0P_{160}K_{140}Si_{800}$	14.17	4.71
3	$N_{400}P_{160}K_{140}Si_{800}$	38.47	26.71
4	$N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$	32.72	23.54
5	$N_{200}P_{320}K_{140}Si_{800}$	33.66	20.27
6	$N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$	32.34	22.85
7	$N_{200}P_{160}K_{280}Si_{800}$	34.34	3.84
8	$N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$	33.06	18.05
9	$N_{200}P_{160}K_{140}Si_{2000}$	24.14	24.10
10	$N_{200}P_{160}K_{140}Si_{800}$	29.78	24.08
11	$N_{300}P_{240}K_{70}Si_{400}$	42.83	20.12
12	$N_{300}P_{80}K_{210}Si_{400}$	37.39	20.85
13	$N_{300}P_{80}K_{70}Si_{1200}$	38.99	22.64
14	$N_{100}P_{240}K_{210}Si_{400}$	23.89	18.78
15	$N_{100}P_{240}K_{70}Si_{1200}$	33.45	20.10
16	$N_{100}P_{80}K_{210}Si_{1200}$	26.58	19.47

Results and discussion

The regression analysis of the data on the amount of the obtained dry mass of the maize plants was performed with the following regression model, which is a linear polynomial of the second degree with respect to the independent variables - the four nutrients.

$$Y = b_0 + b_1 N + b_2 P + b_3 K + b_4 Si + b_5 N^2 + b_6 P^2 + b_7 K^2 + b_8 Si^2.$$

The calculations were performed with the statistical package STATISTICA (StatSoft, 2011).Linear polynomial models for the influence of major nutrients on yield are presented below in the corresponding Figure (1 - 4). The corresponding values of the soil equivalent of the two soils were determined using equations (7) – (10) and given in Table 2. The cells in the table marked with “non sign” refer to nutrients that have not been shown to have a significant effect.

Table 2. Soil equivalents X_0 g/pot

Nutrient	Bozhurishte	Tsalapitsa
Nitrogen	121.8	72.62
Phosphorus	non sign.	non sign.
Potassium	non sign.	75.00
Silicon	1192.8	non sign.

The linear equations of the second degree are given explicitly:

For Bozhurishte

Nitrogen Y = 15.5842 + 0.112286*N-0.00012889*N^2 (9)

Silicon Y = 26.2408 + 0.0136524*Si-0.00000740339*Si^2 (10)

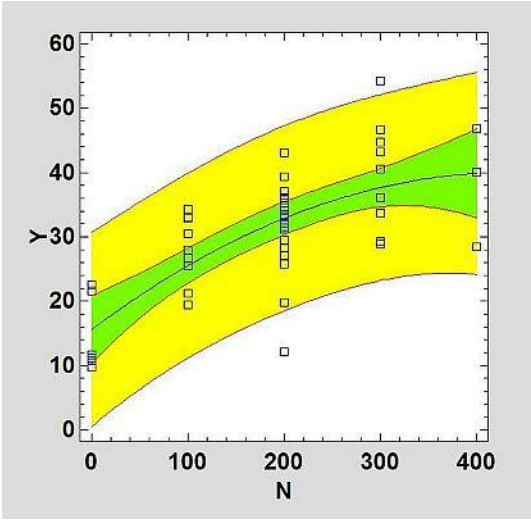


Fig. 1. Model of nitrogen(9)

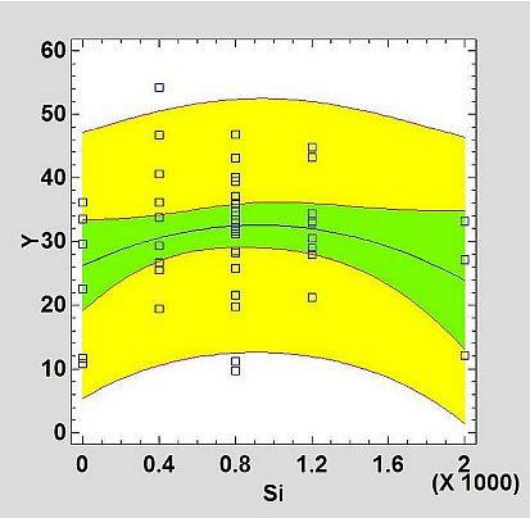


Fig. 2. Model of silicon(10)

For Tsalapitsa

Nitrogen Y = 7.29698 + 0.0911131*N-0.00012924*N^2 (11)

Potassium Y = 13.4727 + 0.136595*K-0.000573523*K^2 (12)

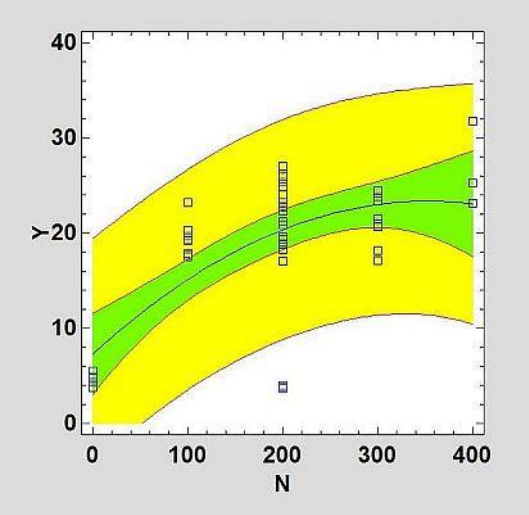


Fig. 3. Model of nitrogen(11)

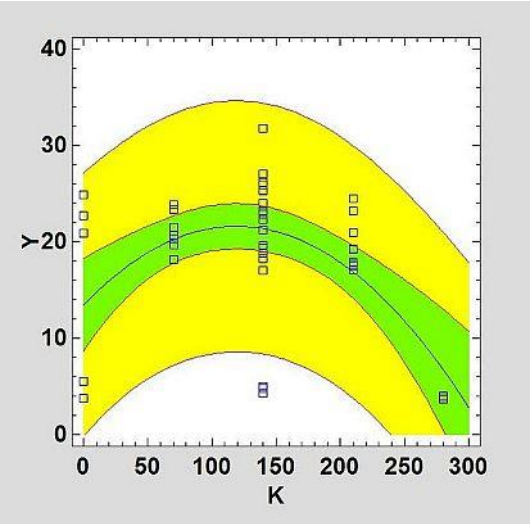


Fig. 4. Model of potassium(12)

With the help of the obtained soil equivalents the unknown coefficients of the next nonlinear model are estimated

$$Y = a\,(X_0 + F)\,b \exp\,[c\,(X_0 + F)]. \qquad (13)$$

which can be used in determining the point of the biological maximum, i.e.those values of N, P, K and Si at which the function reaches its maximum. The following nonlinear yield models were obtained:

For the leached smolnitsa of Bozhurishte

Nitrogen(x) $Y = 0.03067*(121.8+x)^{1.3386}*\exp(-0.00239*(121.8+x))$

Silicon(x) $Y = 0.0000008*(1192.8+x)^{2.65054}*\exp(-0.00131*(1192.8+x))$

For the alluvial-meadow soil of Tsalapitsa

Nitrogen(x) $Y = 0.01991*(72.62+x)^{1.42350}*\exp(-0.00391*(72.62+x))$

Potassium(x) $Y = 0.00036*(75.0+x)^{2.73157}*\exp(-0.01781*(75.0+x))$

These nonlinear models make it possible to determine the extremums (minima and maxima) of yield in the experimental intervals of vegetation experiments.These are presented in Table 3. The calculations were performed using the GNU Octave system 6.3.0 (Eaton et al., 2020).

Table. 3. Extreme values of dry mass g/pot

Nutrient	Bozhurishte			Tsalapitsa		
	Min	Max	x max	Min	Max	x max
Nitrogen	14.195	38.261	400.00	6.683	21.217	291.45
Phosphorus	-	-	-	-	-	-
Potassium	-	-	-	5.978	21.904	78.37
Silicon	23.690	32.721	830.51	-	-	-

The columns of Table 3, marked with x max, indicate the amount of the respective nutrient at which the maximum yield of maize is reached.

For comparison, the results for nitrogen of Bozhurishte, which were obtained according to the modified Schneeberger model, are presented.

$$Y = 15.242 + (45.50 – 15.242)(1 – e^{-0.004373}) \quad (14)$$

The values of the soil equivalent and the maximum yield at x = 400 were obtained. Due to the nature of this curve, the value of the soil equivalent is less than that obtained by the second degree polynomial ($X_0 = 93.29 < 121.8$, while the maximum yield value is morehigher than that given in Table 3 (Y max = 40.238 > 38.261).This shows the shortcomings of this model, which cannot reflect the decrease in yield after a particular maximum has been reached.

Conclusion

A new approach to optimizing the main nutrients nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and silicon (Si) is described using linear and internally mathematical models. The linear polynomial models of the second degree allow to determine the soil equivalent of the respective nutrient, on the basis of which an internally nonlinear semi-empirical model containing a transcendental function is constructed. Data from vegetation experiments from two experimental fields are used for illustration. The values of the maximum yields of maize when fertilizing with different basic nutrients were obtained. Phosphorus and potassium were found to have no significant effect on the leached smolnitsa. This is not confirmed also for phosphorus and silicon of alluvial-meadow soil.

Acknowledgments

The publication is a result of the work on the first stage of the Project "Innovative method for optimal fertilization of agricultural crops" (KP-06-PN 36/15 of 17.12.2019), funded by the Bulgarian Scientific Research Fund, for which the author is grateful.

Reference

Baule B. 1918. Zu Mitscherlich'sGezetz der physiologischenBeziehungen. Landw. Jahrb., Nr. 51, 363-385.

Bray R. 1944. Soil-plant relations. Soil Science, 58, No 4, 305-324.

Derzhavin L., Rubanov I. 1975. Type and analysis of the production function yield-fertilizers. Agrohimiya, 4, 124-130. Moscow. (in Russ.)

Eaton J.W., D. Bateman, S. Hauberg, R. Wehrbring. 2020. Free Your Numbers. GNU Octave, Free Software Foundation, Inc., Boston, MA, pp. 1094.

Fleishman B.S. 1982. Fundamentals of systemology. Radio I Svyaz, Moscow. (in Russ.)

Halter A., Carter K., Hocking J. 1957. A note on the transcendental production function. J. Farm Econ., 39, 4, 966-974.

Heady E. 1964. Review of the present situations in North America. In: O.E.C.D. Documentation in Food and Agriculture, No. 65, 45-107. Paris.

Ivanova T., Kovalenko A. 1973. The effect of increasing rates of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and quality of potato tubers. Agrohimiya, 9, 35-44. Moscow.(in Russ.)

Klevtzov A.V. 1984. Semiempirical plant physiology models, principle of Liebig and principle of relative yield. In: Mineral nutrition of plants, vol. 4, 249-252. CCU Publ. H., Sofia.

Klevtsov A., Sadovski A. 1981. Planning of multifactorial experiments and semi-empirical models on yields. Agric. Science, Sofia, XIX, 4, 108-115.(in Bulg.)

Mitscherlich E.A. 1909. Das Grundsatse des Minimum un das Gesetz des abnehmendenBodenertrages. Landw. Jahrb., 38, 537-552.

Mundlak J. 1964. Transcendentional multiproduct production functions. Int. Econ. Rev., 5, 273-284.

Nerpin S.V., Zhukovsky E.E. et al. 1979. A semi-empirical model of agricultural productivity. In: Coll. Works on Agro-Physics, 113-119. AFI, Leningrad. (in Russ.)

Peregudov V.N., Ivanova T.I. 1972. Some peculiarities of the planning and mathematical processing of data from multifactorial experiments in studying the regularity of fertilizer action. Agrohimiya, 7, 119-130. Moscow.(in Russ.)

Petkova Z., Ts. Simeonova, M. Benkova, L. Nenova, I. Gerasimova, V. Lozanova, A. Katsarova, M. Nenov, I. Atanasova, M. Nikolova. 2021. Determination of the Soil Equivalent in Leached Smolnitsa and Alluvial-meadow Soils by pot experiment. Bulg. J. Soil Sci., Agrochem. & Ecology, vol. 55, No. 4.

Rubanov, I. 1978. Adjustment of the production function of yield-fertilizers and soil equivalent. Agrohimiya, 5, 117-121. Moscow.(in Russ.)

Russell J.S. 1972. A theoretical approach to plant nutrient response under conditions of variable maximum yield. Soil Science, 114, 5, 387-394.

Ruzavin G. 1984. Mathematization of scientific knowledge. Mysl, Moscow. (in Russ.)

Sadovski A. 1984. Semiempirical models describing phosphorus status in the "soil-plant" system. In: Mineral nutrition of plants, vol. 3, 277-280. CCU Publ. H., Sofia.

Sadovski A. 2020. An Introduction to Mathematical Agronomy: Theoretical and Experimental bases. LAP Lambert Academic Publishing, ISBN 978-620-2-51889-5, 284 pp.

Sadovski, A. 2021. Assessment and Analysis of Designs for Fertilizer Experiments. Bulgarian Journal of Soil Science, Vol. 6, Issue 1, 65-77.

Schneeberger H. 2009. Mitscherlich's Law: Sum of two Exponential Processes. Conclusions. Internet: https://www.soil-statistic.de/mitscherlichs-law-generalization/mitscherlich.

StatSoft. 2011. STATISTICA. StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA. http://statsoft.com.

Voss R., Hanway J., Fuller W. 1970. Influence of soil, management and climatic factors on the yield response by corn to N, P and K fertilizer. Agron. J., 62, 736-740.

ЕФЕКТ ОТ ИНОКУЛАЦИЯТА НА ПАПУДА С ГРУДКОВИ БАКТЕРИ И МИКОРИЗНА ГЪБА

Галина Петкова, Костадинка Недялкова, Йонита Перфанова, Радка Донкова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров”,
Селскостопанска Академия
galina50@abv.bg

Резюме

Целта на изследването е да се установи ефекта от инокулацията на папуда (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) със симбиотични азотфиксиращи бактерии и микоризна гъба върху добива и азотното съдържание на растителната биомаса. Растенията са отгледани в условията на съдов опит до фаза зрялост върху Алувиално-ливадна почва. Установена е специфичност във взаимодействието между растенията от трите изпитани сорта (сорт „Хриси“ и два местни сорта от Югозападна България) и микробиалните инокуланти. Ефективни симбиотрофни асоциации са установени за сорт 2 и сорт 3. Те са *Glomus intraradices* + *Br. japonicum* 273 за сорт 2 и *Glomus intraradices* + *Rh. phaseoli* 64 за сорт 3.

Ключови думи: папуда, микоризни гъби, грудкови бактерии, инокулация, азотно съдържание на растителната биомаса.

EFFECT OF COWPEA INOCULATION WITH NODULE BACTERIA AND MYCORRHIZAL FUNGUS

Galina Petkova, Kostadinka Nedyalkova, Jonita Perfanova, Radka Donkova

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,
Agricultural Academy
galina50@abv.bg

Abstract

The study was performed to evaluate the effect of inoculation of cowpea with symbiotic nitrogen fixing bacteria and arbuscular mycorrhizal fungus on the yield and nitrogen content of plant biomass. Cowpea plants were grown on Alluvial meadow soil in a pot experiment until the full maturity phase. Specificity in the plant – microbial inoculants interaction among three varieties tested (variety “Hrisi” and two local varieties from Southwest Bulgaria) was observed. Effective symbiotrophic associations were established for varieties second and third. They are *Glomus intraradices* + *Br. japonicum* 273 for the second variety and *Glomus intraradices* + *Rh. phaseoli* 64 for the third variety.

Key words: cowpea, mycorrhizal fungi, nodule bacteria, inoculation, N content of the plant biomass

Въведение

Нарастването на цените на минералните торове през последните десетилетия и риска от замърсяване на почвата и подпочвените води при интензивно минерално торене налагат необходимостта от използване на алтернативни източници на хранителни елементи. В този аспект разработването на биологични системи на земеделие придобива особена актуалност. Важно място в тези системи заемат технологиите, основани на инокулация на селскостопанските култури с

азотфиксиращи бактерии и микоризни гъби (Недялкова и сътр. 2020; Singh et al., 2011; Juge et al., 2012; Djonova et al., 2014). В резултат на прилаганите инокулации се увеличава количеството на „биологичния азот“ в земеделието, подобрява се фосфорното хранене на растенията, запазва се почвеното плодородие и се получава екологично чиста растителна продукция.

Във връзка с климатичните промени, свързани със засушаване и по-високи летни температури се търсят нови култури, подходящи за отглеждане при тези условия. В световен мащаб нараства интересът към папудата като алтернативна бобова култура. Още от древността до наши дни тя е отглеждана в страни от Азия, Латинска Америка и Южна Европа. Напоследък добива популярност като евтина и богата на протеини храна и в други региони. Семената ѝ съдържат 60-65% въглехидрати, 3-5% фибри и се отличават с ниско съдържание на мазнини (1 – 1,5%). У нас е разпространена в личните стопанства в Петричко - Сандански район, в района на Свиленград, Хасково, Харманли, Димитровград и не намира широко приложение на големи производствени площи. Като бобова култура, папудата притежава способността в симбиоза със специфични за нея грудкови бактерии да фиксира атмосферен азот. Положителният ефект от инокулацията на папудата с грудкови бактерии е доказан от голям брой изследователи (Brar et al., 1991; Anjum et al., 2006; Delic et al., 2011). По-слабо проучен е ефектът от двойната инокулация на папуда с грудкови бактерии и микоризни гъби.

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на инокулацията на три сорта папуда с два вида грудкови бактерии, приложени самостоятелно и в комбинация с микоризна гъба върху добива и съдържанието на азот в растителната биомаса.

Материали и методи

Изведен е съдов опит с папуда (*Vigna inguilata* (L) Walp.) на Алувиално-ливадна почва от опитното поле на ИПАЗР „Н. Пущкаров“ в с. Цалапица. Почвата е със следната агрохимична характеристика: $pH_{(H2O)}$ – 7.4; минерален азот – 43.2 mg/kg почва; P (P_2O_5) - 16.7 mg/100 g; K(K_2O) – 35.1 mg/100g . Изпитана е отзивчивостта на три сорта папуда – сорт „Хриси“ (създаден в Института по растителни генетични ресурси „Константин Малков“ в гр. Садово) и два местни сорта от Петричко-Сандански район (№ 2 и № 3) към инокулация с грудкови бактерии и АМ гъби. Семената на трите сорта се различават по форма и цвят, различно е и оцветяването на цветовете (Снимка 1). Опитът е заложен за всеки от сортовете по следната схема: 1. Контрола; 2. *Br. japonicum* 273; 3. *Rh. phaseoli* 64; 4. *Gl. intraradices;* 5. *Gl. intraradices* + *Br. japonicum* 273; 6. *Gl. intraradices* + *Rh. phaseoli* 64.Използваните щамове грудкови бактерии са от колекцията на лаборатория „Почвена микробиология“ на ИПАЗР „Н. Пушкаров“. Преди засяване семената бяха инокулирани с бактериална суспензия от *Br. japonicum* 273 и *Rh. phaseoli* 64 респективно с титър 10^8 клетки на cm^3. Използваният щам микоризна гъба *Glomus intrsradices* EEZ 01 ни бе предоставен от испанска колекция (CSIC, Zaidin, Granada, Spain). Инокулумът бе внесен преди засяване на семената в количество 5 g/съд. Растенията бяха отгледани при 60 % ППВ в съдове с вместимост 1.2 kg почва в четирикратни повторения до фаза зрелост.

След приключване на експеримента е определено сухото тегло на растителната биомаса и съдържанието на общ азот в растителните части (по метода на Келдал, Brermner et al., 1982).

Получените резултати са обработени статистически по метода на дисперсионния анализ. Определени са НМДР между вариантите при ниво на вероятност $P \leq 0.05$.



Сорт Криси



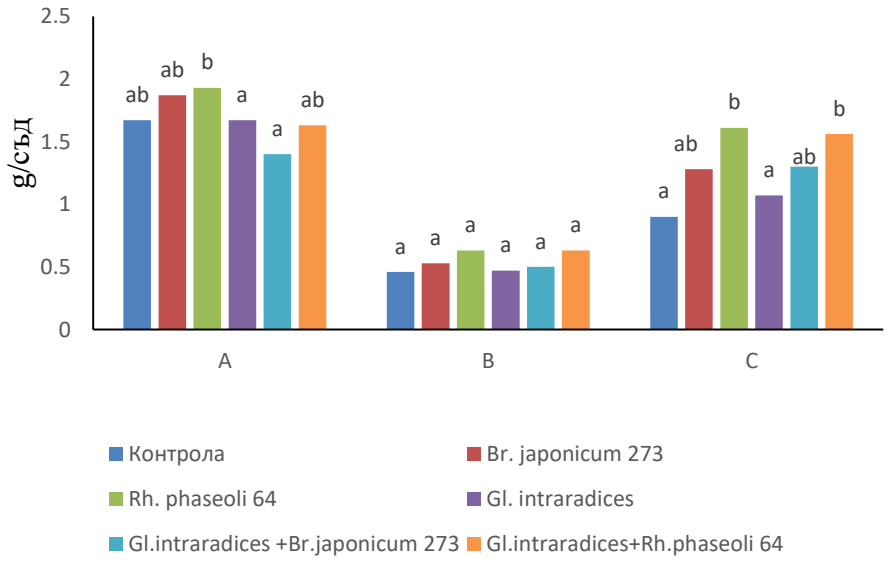
Сорт 2



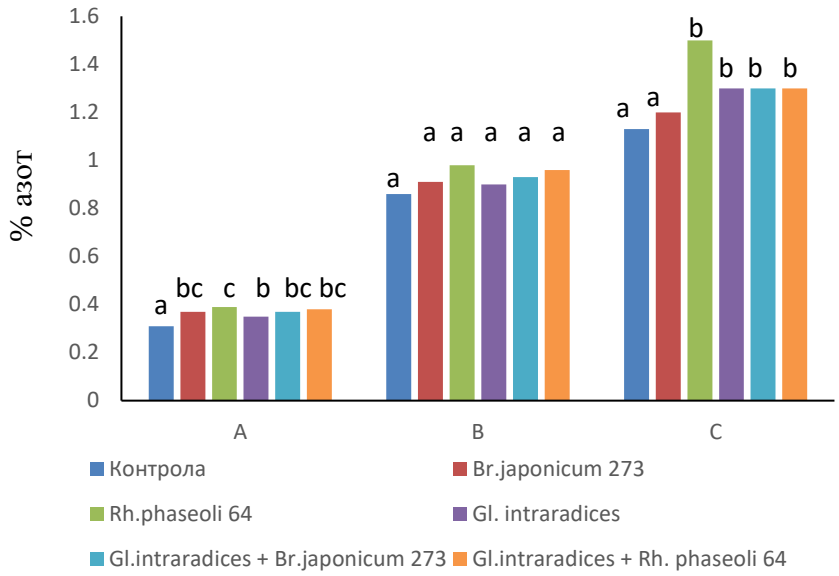
Сорт 3

Резултати и обсъждане

Данните за ефекта от самостоятелните и двойни инокулации на изследваните три сорта папуда с грудкови бактерии и микоризната гъба са представени на Фигури 1-6. От фигура 1 се вижда, че приложените третирания при сорт „Криси” не оказват съществено влияние върху теглото на надземната и кореновата маса. По отношение теглото на зърното доказан ефект се наблюдава при щам *Rhizobium* 64, приложен самостоятелно (вар. 3) и в комбинация с *Glomus intraradices* (вар. 6).



Фиг.1. Сухо тегло на растителните части при сорт „Криси”
(A) стъбла; (B) корени; (C) зърно
Fig. 1. Dry weight and N contents of plant parts- variety Hrisi
(A) stems; (B) roots; (C) grain



Фиг. 2. Съдържание на азот на растителните части при сорт „Криси”
(A) стъбла; (B) корени; (C) зърно
Fig.2. N contents of plant parts - variety Hrisi
(A) stems; (B) roots; (C) grain

Полученото увеличение е около 18 % и е близко до докладваните от Andresha et al. (1993) данни за ефекта от инокулация на папуда с грудкови бактерии. Инокулациите не оказват ефект върху съдържанието на азот в корена (Фигура 2). В стъблото на всички третирани варианти азотното съдържание е по-високо спрямо контролата. Самостоятелното прилагане на АМ-гъби и грудкови бактерии има доказан положителен ефект. Най-високо и статистически достоверно увеличение на азота в зърното се отчита при самостоятелното третиране с *Rhizobium* 64, както и при всички варианти, третирани с *Glomus intraradices.* Комбинираните инокулации, обаче, не се отличават с по-високи стойности на азотно съдържание в зърното в сравнение със самостоятелното третиране (както с *Rhizobium*, така и с *Glomus intraradices*). Следователно двойната инокулация не е по-ефективна в сравнение със самостоятелните инокулации.

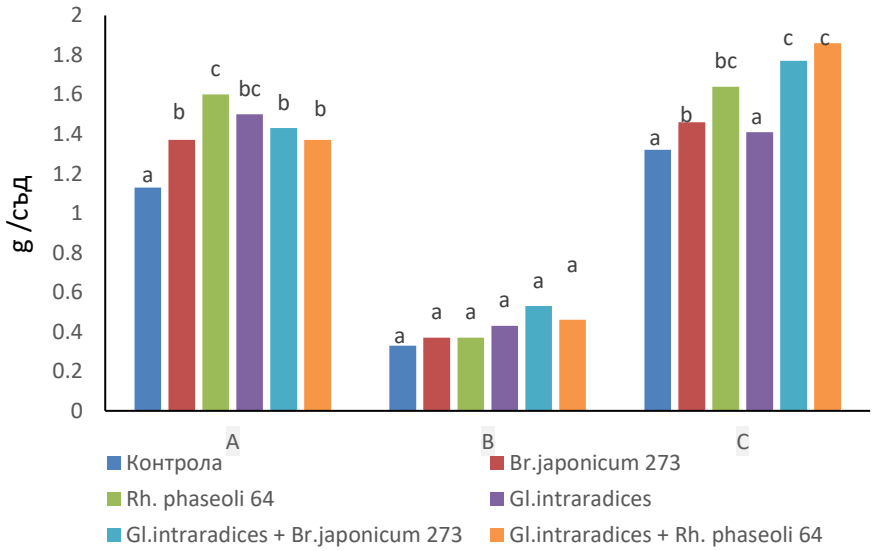
При сорт 2 не се наблюдава физиологичен ефект на третиранията с микросимбионтите по отношение теглото на кореновата маса (Фигура 3). При всички третирания е установен положителен ефект по отношение на теглото на стъблото. Аналогичен е ефектът и за добива от зърно. Най-високо и статистически доказано увеличение на теглото на зърното е отчетено при вариантите с двойна инокулация. При тези варианти е установено и статистически достоверно увеличение на азотното съдържание на стъблата (Фигура 4). От изследваните два варианта с двойна инокулация по-ясно изразено синергично взаимодействие на микросимбионтите показва комбинацията АМ гъби + Br. japonicum 273 както по отношение съдържанието на азот в корена, така и в зърното.

При сорт 3 е установено, че микоризираните варианти дават по-добри и статистически доказани резултати по отношение на теглото на стъблото (Фигура 5) Третирането с *Glomus intraradices* не оказва физиологично въздействие върху кореновата маса. Такова въздействие е установено при самостоятелната инокулацията с грудкови бактерии. По отношение теглото на зърното доказан ефект има само внасянето на *Rh. phaseoli* 64. При вариантите, третирани с грудкови бактерии, увеличение на азотното съдържание на надземната маса е установено за самостоятелната инокулация с *Rh. phaseoli* 64 и двата варианта със смесена

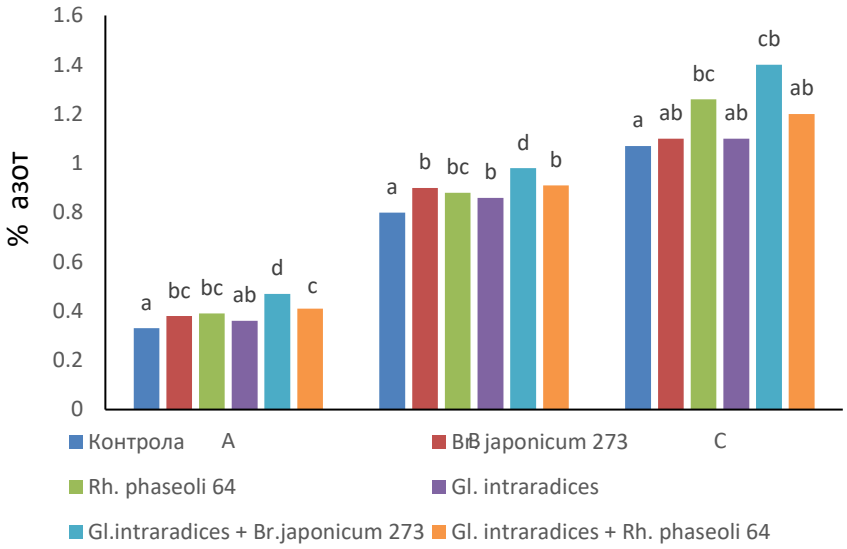
инокулация (Фигура 6) . При вариантите, третирани с грудкови бактерии, увеличение на азотното съдържание на надземната маса е установено за самостоятелната инокулация с *Rh. phaseoli* 64 и двата варианта със смесена инокулация (Фигура 6) Най-високо увеличение на съдържанието на азот в корените е получено при варианта със смесена инокулация *Rh. phaseoli* 64 + *Glomus intraradices*. Аналогични са данните за този показател и по отношение съдържанието на азот в зърното. Тези резултати показват, че при сорт 3 най-добри показатели за всички растителни елементи дава комбинираната инокулация с *Rh. phaseoli* 64 + *Glomus intraradices*.

Получените резултати показват сортова специфичност на папудата във взаимоотношенията й с приложените инокуланти и ясно изразени положителни симбиотрофни отношения на културата с микросимбионтите при сорт 2 и сорт 3. Положителен ефект от двойната инокулация на папуда с активни щамове *Bradyrhizobium* и микоризни гъби е установен и от Das et al. (2007), Omirou et al. (2016), Stancheva et al. (2016) и др. Известно е, че ефективността на симбиозата грудкови бактерии – бобово растение зависи от снабдяването на растенията с усвоими фосфорни съединения, а ефективността на тристранната симбиоза грудкови бактерии – АМ гъби – бобово растение до голяма степен е в зависимост от доставянето на необходимите за развитието на микроорганизмите въглеродни съединения.

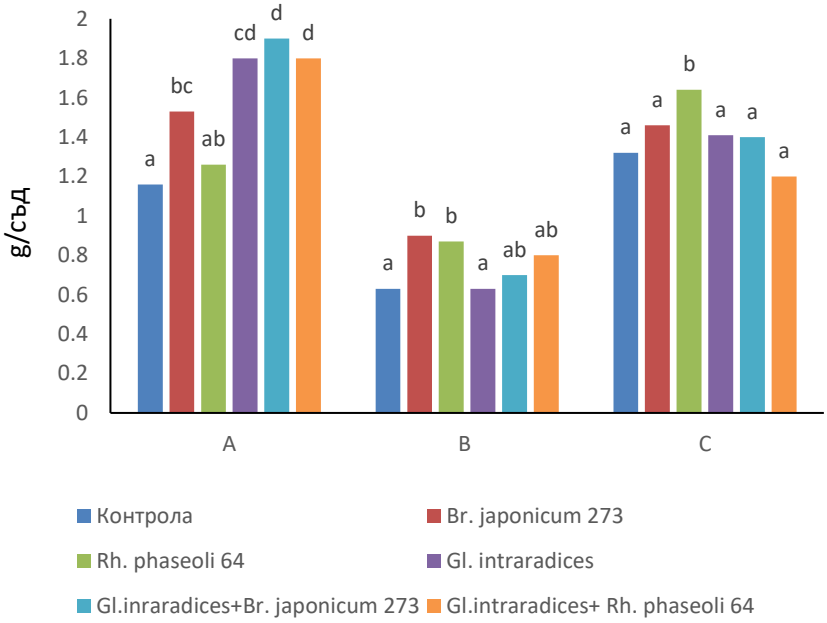
Синхронизацията между двете симбиотични системи се нуждае от оптимални нива на фосфор за стимулиране на грудкообразуването и азотфиксацията. При синергични отношения на микросимбионтите и липса на конкуренция между тях за зони на проникване в корена, АМ гъбите допринасят за увеличаване на достъпните източници на фосфор в ризосферната зона на растенията. Това води до подобряване на фосфорното хранене на растенията, създаване на условия за увеличаване на грудкообразуването и повишаване на азотфиксиращата им активност. За създаването и функционирането на симбиотрофна асоциация папуда - грудкови бактерии - АМ гъби от решаващо значение са генотипните особености на растенията, определящи биохимичните механизми на взаимодействието им с микросимбионтите.



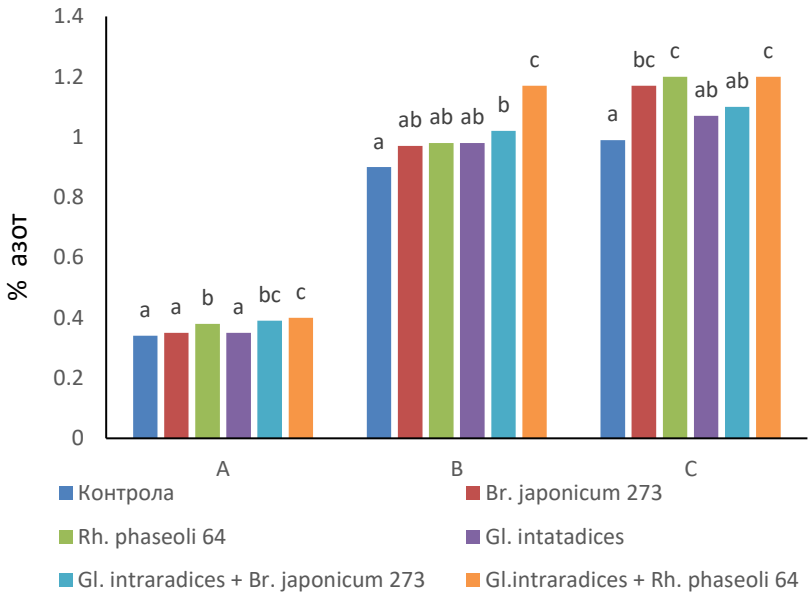
Фиг. 3. Сухо тегло на растителните части при сорт 2.
(A) стъбла; (B) корени; (C) зърно
Fig. 3. Dry weight of plant parts - second variety
(A) stems; (B) roots; (C) grain



Фиг. 4. Сухо тегло растителните части при сорт 2
(A) стъбла; (B) корени; (C) зърно
Fig. 4. N contents of plant parts - second variety
(A) stems; (B) roots; (C) grain



Фиг. 5. Сухо тегло растителните части при сорт 3
(A) стъбла; (B) корени; (C) зърно
Fig.5. Dry weight of plant parts – third variety
(A) stems; (B) roots; (C) grain



Фиг. 6. Сухо тегло растителните части при сорт 3
(A) стъбла; (B) корени; (C) зърно
Fig.6. Dry weight of plant parts – third variety
(A) stems; (B) roots; (C) grain

Заключение

Установена е специфика във взаимоотношенията растение-микросимбионти (грудкови бактерии и микоризна гъба) при трите изследвани сорта папуда.

При сорт „Хриси“ двойната инокулация не води до синергичен ефект между изпитаните щамове грудкови бактерии и АМ гъбата *Glomus intraradices.* Ефективни симбиотрофни асоциации с изследваните микросимбионти са установени за сортове 2 и 3. За сорт 2 най-ефективна е комбинацията *Glomus intraradices* + *Br. japonicum* 273, а за сорт 3 – комбинацията *Glomus intraradices* + *Rh. phaseoli* 64.

Литература

Adresha, P.,M. Modhawadia, V. Khanpara, J. Petel. 1993. Response of Mungbean (*Vigna radiata L.*) to Nitrogen, Phosphorus and *Rhizobium* Inoculation. Indian J. Agronomy, 38, 490-492.

Anjum, M., Z. Ahmed, C. Rauf. 2006. Effect of *Rhizobium* Inoculation and Nitrogen Fertilizer on Yield and Yield Components of Mungbean. Int. J. Agric. Biol., 2, 238-240.

Brar, J., P. Lai. 1991. Effect of Rhizobium Inoculation, Phosphorus and Molybdenum on Yield and Its Components in Mungbean. Indian Agriculturist, 35, 67-69.

Bremner , J., M. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. In: *Methods of Soil Analysis*, Part 2, Madison, Misconsin, USA, 595 – 622.

Das, P., P. Sahoo, M. Jena. 1997. Effect of Arbuscular Mycorrhiza and Rhizobium Inoculation on Nutrient Uptake, Growth Attributes and Yield of Mung Bean (Vigna radiata L.Wilczek). Frontiers in Ecology and the Environment, 15, 830- 833.

Delic, D., O. Stajkovic-Srbinovic, D. Kusmanovic, N. Rasulic, V. Mrvic, S. Andjelovic, J. Knezevic-Vukoevic. 2011. Effect of *Bradyrhizobium* Inoculation on Growth and Seed Yield of Mungbean in Fluvisol and Humofluvisol. African Journal of Microbiology Research, 5, 234, 3946-3957.

Djonova, E., G. Petkova. 2014. Effect of Inoculation with AM-fungi and N-fixing Microorganisms on Plant Biomass of Forage Grasses. Journal of Balkan Ecology, 17(3), 261-269.

Juge, C., D. Prevost, A. Bertrand, M. Bipfubusa, F. Chalifour. 2012. Growth and Biochemical Responses of Soybean to Double and Triple Associations with *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* and Arbuscular Mycorrhizae. Applied Soil Ecology, 12, 147-157.

Nedyalkova, K., G. Petkova, R. Donkova. 2020. Effect of Microbial Inoculations with *Rh*. *melliloti, Ps. fluorescence* and *Glomus intraradices* on the Quantity of Alfalfa Forage (*Medicago sativa L*.). Crop Science, 57, 2, 48 -57.

Omirou, M., D. Fasoula, I. Ioannides. 2016. *Bradyrhizobium* Inoculations Alters Indigenous AMF Community Assemblages and Interacts Positively with AMF Inoculum to Improve Cowpea Performance. Applied Soil Ecology, 108, DOI 10.1016/japsopil.2016.09.018.

Singh, J., V. Pandey, D. Singh. 2011. Efficient Soil Microorganisms: A New Dimension for Sustainable Agriculture and Environmental Development. Agriculture, Ecosystems and Environment, 140, 339-353.

Stancheva, I., M. Geneva, E. Djonova, N. Kaloyanova, M. Sishanova, M. Boychinova, G. Georgiev. 2008. Response of Alfalfa (*Medicago sativa, L.)* Growth at Low Accessible Phosphorus Source to the Dual Inoculation with Mycorrhizal Fungi and Nitrogen Fixing Bacteria. General and Applied Plant Physiology, 34 **(**3 – 4), 319 – 326.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА КОМПОСТ И ВЛИЯНИЕТО МУ ВЪРХУ ФОТОСИНТЕТИЧНИТЕ ПЛАСТИДНИ ПИГМЕНТИ

Веселина Василева, Ана Кацарова, Мариана Христова, Николай Динев*

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров”,
Селскостопанска Академия
ndinev@issapp-pushkarov.org

Резюме

При контролирани условия е изведен експеримент с марули и гранулиран компост Уни Гранули – Първомай върху Алувиално-ливадна почва. Изпитано е влиянието на нарастващи количества компост върху съдържанието на хлорофил a, хлорофил b, хлорофил a+b, каротеноиди, общо съдържание на пигменти и азот в марулите.

Установено е максимално съдържание на фотосинтетични пигменти във варианта с внесен компост 5%, но не се наблюдават значими разлики в зависимост от нормата компост.

Увеличаването на процента Уни Гранули доказано води до по-високо съдържание на общ азот в почвата (R^2=0.988), но не се наблюдава увеличаване на усвояването и натрупването на азот в листата на марулите.

На лице е значима корелационна зависимост между съдържанието на азот и хлорофил в марулите (R^2=0.965).

Ключови думи: фотосинтетични пластидни пигменти, съдържание на хлорофил, органичен компост, азот

EFFECT OF COMPOST APPLICATION ON THE PHOTOSYNTHETIC PLASTID PIGMENTS

Veselina Vasileva, Ana Katsarova, Mariana Hristova, Nikolai Dinev*

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,
Agricultural Academy
ndinev@issapp-pushkarov.org

Abstract

Under controlled conditions, a greenhouse pot experiment was carried out with lettuce and granulated compost Uni Granules - Parvomay on alluvial-meadow soil (Fluvisol). The influence of increasing compost rate on chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a+b, carotenoids, total pigments content and nitrogen in lettuce was studied.

The highest content of photosynthetic pigments was measured at plants that received 5% imported compost, however the compost norm did not have a statistically significant effect

The increase in percentage of applied Uni Granules has been shown to lead to a higher content of total nitrogen in the soil (R^2=0.988), but no increase in nitrogen uptake and accumulation in lettuce leaves has been observed.

There is a significant correlation between the nitrogen and chlorophyll content in lettuce (R^2=0.965).

Key words: photosynthetic plant pigments, chlorophyll content, organic compost, lettuce, nitrogen

Въведение

Компостирането и използването на компост са изгодни инструменти за управление на хранителни вещества в почвата, които, когато се управляват правилно, намаляват потенциала за замърсяване, повишават плодородието и облагодетелстват храненето на културите.

Компостът може да се прилага върху земеделски полета като тор, добавен за подобряване на структурата на почвата, замесен с торф в градинарството и използван като микробна добавка за увеличаване на ензимната активност (Steger et al., 2007).Това се отразява пряко върху физиологичното развитие на растителните видове.

Марулите са удобен тест обект и бяха предпочетени при експеримента поради бързия растеж и видимите морфологични промени. Културата се характеризира с ниско съдържание на калории и мазнини, но е отличен източник на фибри, витамини, фолиева киселина, каротеноиди и хлорофили (Stancheva et al., 2004; Smithand Eyzaguirre, 2007; Cruz et al., 2012).

Хлорофилите са специфични пигменти, които имат ключова роля в процесите на фотосинтеза. Те представляват полицикличен ароматен въглеводород, а структурата им наподобява тази на хем (небелтъчната съставна част на хемоглобина), но съдържат магнезий вместо желязо. Познати са 12 типа хлорофили, от които най-добре изучени са хлорофил a и b (Lowe, 1937; Dougherty et al., 1966; Blankenship, 2008; Inanc, 2011)

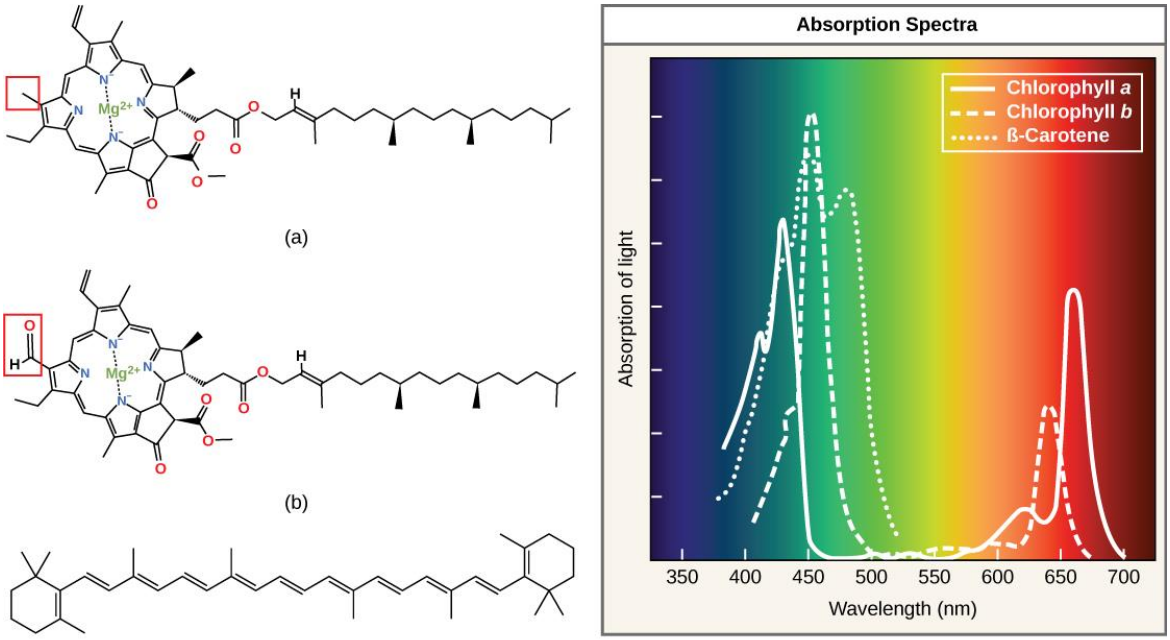
Хлорофил a е зеленикаво-жълт в разтвор, а хлорофил b е синьо-зелен. Установено е, че в листа хлорофил a е с по-високо съдържание от хлорофил b, като съотношението им варира от 2-3:0.7-1 (Inanc, A., 2011; Mitova and Marinova, 2012).

Каротеноидите са пигменти с универсално разпространение – както в растителните, така и в животинските тъкани. За разлика от хлорофилите, те са съединения без азот в състава си. Характеризират се с полиизопреноваструктура, като са известни два основни типа каротеноиди: „hydrocarbon class“ и „oxygenated class“ (ксантофили). Поради големия брой спрегнати двойни връзки, които съдържат, на тях се дължи жълто, оранжево или червеното оцветяване на тъканите.

Установено е, че каротеноидните пигменти се синтезират само от растенията (Tamas and Neamtu, 1986; Namitha and Negi, 2010). Те играят основна роля в процеса на фотосинтеза – абсорбират светлина във видимата и ултравиолетовата област на спектъра, и трансферират тази енергия в хлорофилите. Те са помощни пигменти и предпазват растенията от фотооксидативен стрес (Bartley and Scolnik, 1995). Различията в структурата на каротеноидите определят и различните им химични и биохимични свойства. Типичен техен представител е β-каротена (Rodriquez-Amaya, 2001; Namitha and Negi, 2010). Той е провитаминна форма на витамин А в растенията, тъй като този витамин се съдържа само в животински продукти. Чрез ензима „каротеназа“ β-каротенът се превръща във витамин А (Пеев, 1985).

Съдържанието на хлорофил в растенията е свързано с достъпния азот в почвата и способността им да го абсорбират (Jongschaap и Booij, 2004). Отчитането на съдържанието на хлорофил в листата може да се използва като индикатор за фотосинтетичната активност, азотния статус на растението и да покаже потенциален дефицит на този елемент (Costache et al., 2011; Bakhshande Larimi et al., 2014).

Molecular structures and absorption spectra of *(a)Chlorophyll a, (b) Chlorophyll b, and (c) β-carotene.*



Source: "OpenStax College, The Light-Dependent Reactions of Photosynthesis. October 16, 2013.

Материали и методи

Изведен е вегетационен експеримент с гранулиран компост (Уни Гранули - Първомай) върху Алувиално-ливадна почва от ОП Цалапица, ИПАЗР „Никола Пушкаров”. Компостът съдържа 2.2% N, 0.96% P и 1.1% K.

Опитът е заложен в съдове с вместимост 2kg, те са компостирани за 30 дни при поддържане на 60% ППВ. Почвените характеристики преди и след компостирането **са:**

	$pH_{(KCl)}$	NO_3-N	NH_4-N	P_2O_5	K_2O
		mg kg^{-1}		mg $100g^{-1}$	
Изходна почва	7.4	52.20	10.10	23.60	28.50
Контрола	7.4	52.80	0.23	17.10	19.40
5% (100g) Уни гранули	6.9	177.00	0.50	44.00	58.30
10% (200g) Уни гранули	6.6	256.00	1.20	67.90	93.30
15% (300g) Уни гранули	6.5	338.00	2.48	79.40	120.00

Схемата на опита включва 4 варианта:

1. вариант – контрола;
2. вариант – 5% (100g) Уни гранули Първомай;
3. вариант – 10% (200g) Уни гранули Първомай;
4. вариант – 15% (300g) Уни гранули Първомай.

За експериментална култура е избрана маруля (Lactuca sativa L.). Опитът е заложен в 3 повторения, като във всеки съд са засадени по 4 растения от предварително подготвен разсад. На 18, 26 и 40 ден от засаждане на растенията спектрофотометрично е отчитано съдържанието на фотосинтетични пигменти. Опитът е изведен в продължение на 45 дни.

Съдържанието на хлорофил a и b и β-каротен са определени спектрофотометрично по методика базирана на Lichtenthaler and Wellburn (1985); съдържанието на общ N в листата е определено по метод на Келдал (Horneck and Miller, 1998).

Данните са обработени статистически - Multi-factor ANOVA и Duncan Multiple Range Test (DMRT) при 5% ниво на достоверност чрез Statgraphics Centurion.

Резултати и обсъждане

Резултатите от изследването показват, че нормата вложен компост (Уни Гранули - Първомай) не оказва значим ефект върху съдържанието на фотосинтетични пигменти в марулите (Таблица 1).

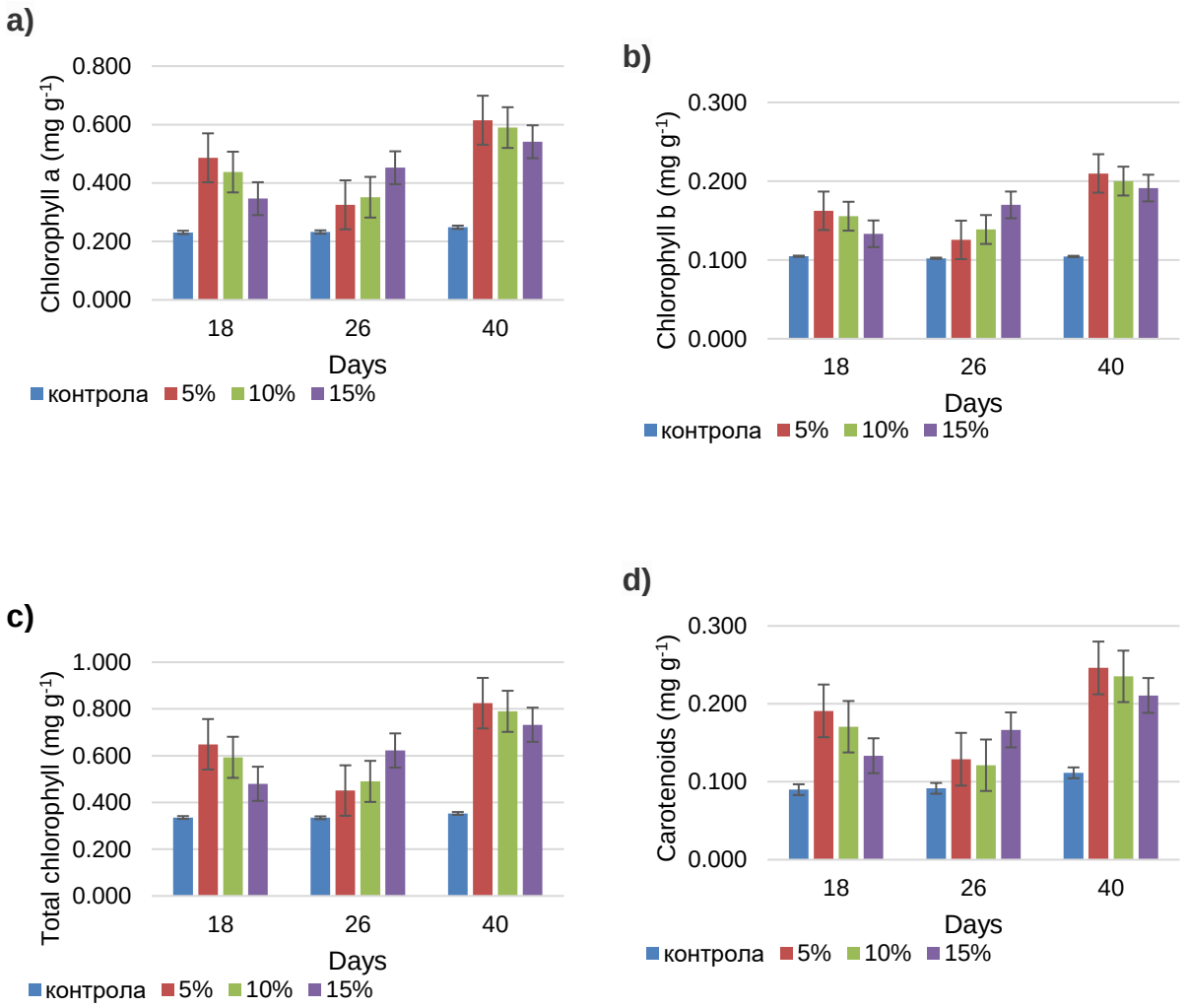
Таблица 1. Влияние на компост върху фотосинтетичните пигменти на маруля
Table 1. Effect of compost on photosynthetic pigments in lettuce

Вариант	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Ch a+b	Carotenoids	Total
			mg g^{-1}		
контрола	0.237 a	0.104 a	0.341 a	0.098 a	0.439 a
5%	0.475 b	0.166 b	0.642 b	0.189 b	0.830 b
10%	0.460 b	0.165 b	0.624 b	0.176 ab	0.800 b
15%	0.447 b	0.165 b	0.611 b	0.170 ab	0.782 b
Average	0.405	0.150	0.555	0.158	0.713
Stnd. deviation	0.1361	0.0379	0.1737	0.0538	0.2271
Stnd. error	0.0614	0.0174	0.0787	0.0264	0.1049
LSD≥95%	0.2003	0.0567	0.2566	0.0861	0.3420

**Различните букви в колоните показват доказани разлики ($p < 0.05$) между вариантите*
** Different letters in column indicate significant differences ($p < 0.05$) between treatments.*

Максимално съдържание на хлорофил a, хлорофил b, хлорофил a+b, каротеноиди и общо съдържание на пигменти са отчетени във варианта с внесен компост 5%. Данните попадат в две хомогенни групи със значима разлика между тях, но разликите между компостираните варианти са в рамките на статистическата грешка и не са значими. Статистически доказани са разликите между контролата и компостираните варианти (Таблица 1).Съпоставими резултати са докладвани от Stancheva and Mitova (2002); Dinev and Mitova (2011); Slamet et al. (2017).

Тази тенденция ясно се вижда и при проследяване на съдържанието на пигменти в динамика (18, 26 и 40 ден след засаждане), по време на вегетацията на растенията (Фигура 1).



* Вертикалните стълбчета показват средната стандартна грешка
* *Vertical bars indicate mean standard error.*

Фигура 1. Съдържание на фотосинтетични пигменти в маруля
Figure 1. Contents of photosynthetic pigments in lettuce

Активността на фотосинтетичните системи се характеризира със съотношението Chla:b, то варира в зависимост от условията на отглеждане и различните етапи на развитие на растенията (Katayama and Shida, 1970) (Таблица 2).

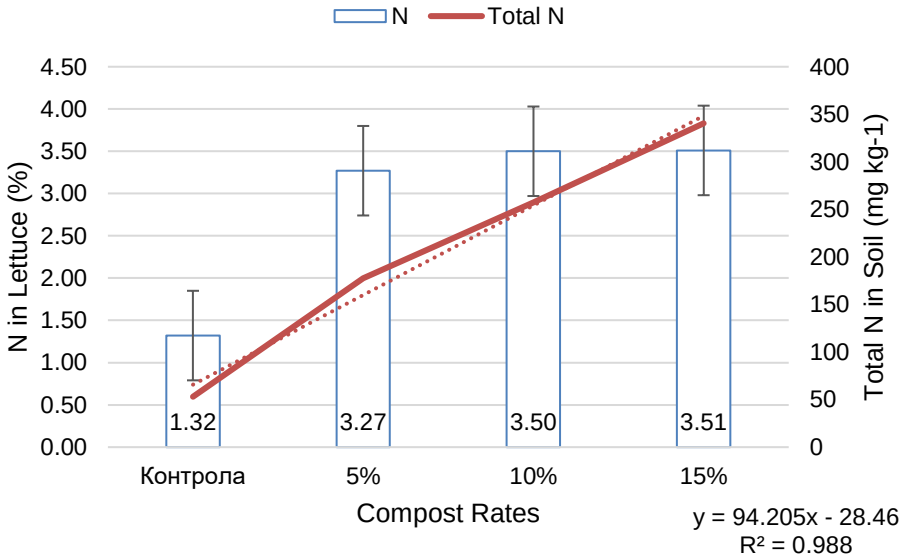
Table 2. Отношение на хлорофил a : хлорофил b при маруля
Table 2. Chlorophyll a : chlorophyll b ratio in lettuce

Вариант	Chlorophyll a:b		
	18 ден	26 ден	40 ден
Контрола	2.21	2.27	2.38
5%	2.99	2.59	2.93
10%	2.81	2.53	2.95
15%	2.60	2.66	2.83

Оптимално в литературата се посочва съотношение 3.2-4.1 (Xu and Mou, 2016). Данните получени в настоящата работа, и при трите отчитания (18, 26 и 40 ден след засаждане) на фотосинтетични пигменти, са по-ниски, но кореспондират с описаните от Mitova and Marinova (2012), Machado et al. (2020).

Най-високо съотношение Chl a:b е получено при отчитането на 40 ден (със средна стойност 2.77), а най-ниско – на 26 ден (със средна стойност 2.52).Тази тенденция би могла да се обясни с повечето слънчеви часа в периода на второто отчитане (около 7часа) (по данни на НИМХ към БАН). Beneragama and Goto (2010) докладват за по-високи стойности на съотношението Chl a:b, получени при по-ниска интензивност на светлината.

Компостите се считат за бавно освобождаващ азот торове, тъй като се минерализира само част от общия N, според Sikora and Szmidt (2005)около 2% по време на вегетацията. Способността на растенията да усвояват и натрупват азот (%) е в пряка връзка с достъпния азот в хранителния разтвор (Rambo et al., 2010). Тази закономерност е обобщена на Фигура 2.



** Вертикалните стълбчета показват стандартната грешка*
** Vertical bars indicate mean standard error.*

Фигура 2. Съдържание на общ азот (mg kg^{-1}) при маруля взависимост от нормата на компоста
Figure 2. Total nitrogen content (mg kg^{-1}) in lettuce affected by different compost rates.

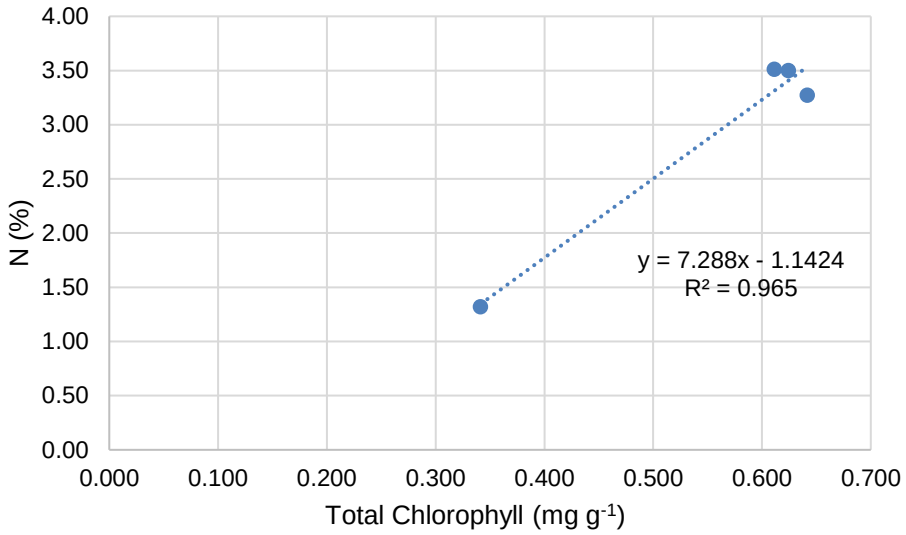
От получените данни се вижда, че с повишаване на количеството вложен компост от 5-15% значително се увеличава съдържанието на общ N (mg kg^{-1}) в почвата (R^2=0.988). Достъпността на хранителните вещества от органичните торове зависи и от динамиката на процеса на разлагане, pH, влага и аерация, температура, наличие на микроорганизми (McLatchey and Reddy, 1998).

Данните, получени в настоящия експеримент, за съдържание на N (%) в листата на марули варират от 1.32 до 3.51% и кореспондират със стойностите получени от други автори (Hartzet al., 2007; Hoque et al., 2010; Mitova et al., 2013).Най-високо съдържание на N (%)в листата на марулите е отчетено от варианта с 15% компост (3.51%), но разликите с останалите компостирани варианти е в рамките на ститастическата грешка (Фигура 2). Т.е. независимо, че увеличаването на процента Уни Гранули доказано води до по-високо съдържание на общ азот в почвата, не се наблюдава увеличаване на усвояването и натрупването на азот в листата на марулите.

Според Jongschaap and Booij (2004) съдържанието на хлорофил в растенията е в пряка връзка с достъпния азот в почвата и способността им да го усвояват. Над

70% от усвоения от растенията азот се натрупва в хлоропластите, поради това е и на лице значителна корелация между хлорофила и съдържанието на азот в растенията (Schlemmer et al., 2005).

В настоящата работа е установена висока корелационна зависимост между съдържанието на азот и хлорофил в марулите (Фигура 3).



Фигура 3. Корелация между съдържанието на азот (%) и общ хлорофил (mg g^{-1}) при маруля

Figure 3. Correlation between nitrogen (%) and total chlorophyll content (mg g^{-1}) in lettuce

Заключение

Нормата внесен компост Уни Гранули не оказва значим ефект върху съдържанието на фотосинтетични пигменти в марулите. Установено е максимално съдържание на хлорофил a, хлорофил b, хлорофил a+b, каротеноиди, общо съдържание на пигменти във варианта с внесен компост 5%, но значими разликите са получени само между контролата и компостираните варианти.

Увеличаването на внесенения компост Уни Гранули (5-15%) доказано води до по-високо съдържание на общ азот в почвата (R^2=0.988), но не се наблюдава увеличаване на усвояването и натрупването на азот в листата на марулите. Най-високо съдържание на N (%) в марулите е отчетено от вариант с 15% компост (3.51%), но разликите с останалите компостирани варианти е в рамките на ститастическата грешка.

Налице е значима корелационна зависимост между съдържанието на азот и хлорофил в марулите (R^2=0.965).

Благодарност

Изследването е реализирано в рамките на проект КП-06-Н36/1,финансиран от Фонд Научни Изследвания (ФНИ) към Министерството на образованието и науката (МОН).

Литература

Bakhshande Larimi S., M. Shakiba, A. Mohamadinasab, M. Moghadam. 2014. Changes in nitrogen and chlorophyll density and leaf area of sweet basil (Ocimum basilicum L.) affected by Biofertilizer and nitrogen application, International Journal of Biosciences (JIB), 5(9): 256-265.

Bartley, G., P. Scolnik. 1995. Plant Carotenoids: Pigments for photoprotection, visual attraction, and human health, The Plant Cell, Vol. 7: 1027-1038.

Blankenship, R., 2008, Molecular Mechanisms of Photosynthesis: Photosynthetic Pigments: Structure and Spectroscopy, Blackwell Science, Oxford, UK,42-60p.

Costache, M., G. Campeanu, G. Neata, 2011. Research on the methodology of extraction of chlorophyll and carotene content of tomatoes grown in the south of Romania area, Scientifical Papers U.S.A.M.V. Bucharest, seria B, LV, pp. 069-073.

Cruz, R., P. Baptista, S. Cunha, J.A. Pereira, S. Casal. 2012. Carotenoids of Lettuce (Lactuca sativa L.) Grown on Soil Enriched with Spent Coffee Grounds, Molecules, 17:1535-1547.

Dinev, N., I. Mitova. 2011. Quality and food safety of lettuce (Lactuca sativa) depending on water quality, Food science, engineering and technologies 2011, 14-15 October, University of Food Technologies, Plovdiv, 57(1), 415-420 (BG).

Dougherty, R., H. Strain, A. Svec Walter, R. Uphaus, J. Katz. 1966. Structure of Chlorophyll c1, Journal of the American Chemical Society, 88(21): 5037-5038.

Hartz, T., P. Johnstone, E. Williams, R. Smith. 2007. Establishing Lettuce Leaf Nutrient Optimum Ranges Through DRIS Analysis, HortScience horts, 42(1):143-146.

Hoque, M., H. Ajwa, M. Othman, R. Smith, M. Cahn. 2010. Yield and Postharvest Quality of Lettuce in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilizers, HortScience horts, 45(10): 1539-1544.

Horneck, D., R. Miller. 1998. Determination of total nitrogen in plant tissue, in Handbook of reference methods for plant analysis, ed. by Y. Kalra, Taylor & Francis Group, LLC, pp.75

Inanc, A. 2011. Chlorophyll: Structural properties, health benefits and its occurrence in virgin olive oils, Akademik Gida, 9(2): 26-32.

Jongschaap, R., R. Booij. 2004. Spectral measurements at different spatial scales in potato: Relating leaf, plant and canopy nitrogen status, International Journal of Applied Earth Observation and Geo information, 5:205-218.

Katayama, Y., S. Shida. 1970. Studies on the Change of Chlorophyll a and b Contents Due to Projected Materials and Some Environmental Conditions, Cytologia, 35(2): 171-180.

Lichtenthaler, H., A. Wellburn. 1985. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11:591-592.

Lowe, B. 1937. Experimental Cookery from the Chemical And Physical Standpoint, John Wiley&Sons, USA, 112-114p.

Machado, R., I. Alves-Pereira, D. Lourenço, R. Ferreira. 2020. Effect of organic compost and inorganic nitrogen fertigation on spinach growth, phytochemical accumulation and antioxidant activity, Heliyon, 6(9).

McLatchey, G., K. Reddy, 1998, Regulation of Organic Matter Decomposition and Nutrient Release in a Wetland Soil, Journal of Environmental Quality 27(5):1268-1274.

Mitova I., R. Toncheva, Sv. Marinova, 2013, Enriched vermiculite - a source of nutrients for crops, Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 47(2): 29-35 (BG).

Mitova, I., Sv. Marinova. 2012. Influence of enriched vermiculite on the formation of yield and quality in lettuce, Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 2: 21-26 (BG).

Namitha K., P. Negi. 2010. Chemistry and biothechnology of carotenoids, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 5(8): 728-760.

Peev, Hr. 1985. Agrochemical physiological bases of the quality of plant production, Zemizdat, Sofia (BG).

Rambo, L., B. Ma, Y. Xiong, P. Regis Ferreira da Silvia. 2010. Leaf and canopy optical characteristics as crop-N-status indicators for field nitrogen management in corn, Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 173: 434–443.

Rodriquez-Amaya, D. 2001. A guide to carotenoid analysis in foods. ILSI Press, International, Life Sciences Institute, Washington, DC.

Schlemmer, M., D. Francis, J. Shanahan, J. Schepers. 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. Agronomy Journal, 97:106-112.

Sikora, L., R. Szmidt. 2005. Los compost como fuentes de nitrógeno, aportación a la mineralización y ventajas para la nutrición nitrogenada de las plantas. Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola. Editores Científicos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. ISBN: 84-8476-186-X, 287-292.

Slamet, W., E. Purbajanti, A. Darmawati, E. Fuskhah. 2017. Leaf area index, chlorophyll, photosynthesis rate of lettuce (Lactuca sativa L.) under N-organic fertilizer, Indian Journal Of Agricultural Research, 51(4): 365-369.

Smith, F., P. Eyzaguirre. 2007. African Leafy Vegetables: Their Role in the World Health Organization’s Global Fruit and Vegetables Initiative, African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 7: 1-9.

Stancheva, I., I. Mitova. 2002. Effects of different sources and fertilizer rates the lettuce yield and quality under controlled conditions, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 8:157-160.

Stancheva, I., I. Mitova, E. Atanasova, R. Toncheva. 2004. Effect of nitrogen sources and rates on yield and quality of lettuce. Ecology and industry, 6(1), 82-83 (BG).

Steger K., A. Sjögren, A. Jarvis,J. Jansson, I. Sundh. 2007. Development of compost maturity and Actinobacteria populations during full-scale composting of organic household waste. Journal of Applied Microbiology,103(2), 487-498.

Tamas, V., G. Neamtu. 1986. Pigmenţi carotenoidici şi metaboliţi, vol. 1, Ed. Ceres, Bucureşti.

Xu, C., B. Mou. 2016. Responses of Spinach to Salinity and Nutrient Deficiency in Growth, Physiology, and Nutritional Value, Journal of the American Society for Horticultural Science 141(1), 12-21.

АГРОЕКОЛОГИЧЕН ПОТЕНЦИАЛ НА ЗЕМЛИЩЕТО НА С. КОВАЧЕВЦИ, ОБЩИНА САМОКОВ (ЧАСТ I). ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ ФАКТОРИ

Иванка Любенова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията ”Н. Пушкаров”, Селскостопанска Академия
ivlyubenova@gmail.com

Резюме

Разгледани са релефът, климатът и почвите в землището на с. Ковачевци. 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). Повече от половината (60,2 %) от земеделските земи са заети от Кафяви горски почви, като по-голямата част от тях са плитки. Останалата част от площите са заети от Алувиални, Делувиални и Алувиално (делувиално)-ливадни почви (27 %); Канелени горски почви (8,29 %); Излужени Смолници (3,73 %) и Планинско-горски тъмноцветни почви (0,8 %). Направеното подробно описание на почвено-климатичните условия е приложено при определяне на бонитетната оценка и категория на земите в обекта на изследване (част II).

Ключови думи: географски информационни системи (ГИС), агро-екологичен потенциал, релеф, климат, почви

AGRICULTURAL AND ECOLOGICAL POTENTIAL OF THE AREA OF KOVACHEVTSI VILLAGE, SAMOKOV MUNICIPALITY (PART I). CHARACTERISTICS OF THE ECOLOGICAL FACTORS

Ivanka Lyubenova

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
ivlyubenova@gmail.com

Abstract

The topography, climate and soils in the area of Kovachevtsi village are discussed in detail. A geographical information system (GIS) has been developed, including the collected information. Spatial visualization of the soil data and the main soil characteristics has been made in the form of a soil map and thematic maps for soil mechanical composition (physical clay content, %; humus content, %; soil acidity (pH). More than half (60,2 %) of the agricultural lands is occupied by Brown forest soils, the most of which are shallow. The rest of the areas are occupied by Alluvial, Deluvial and Alluvial (deluvial)-meadow soils (27 %); Cinnamon-forest soil (8,29 %); Leached ”smolnitsi”(3,73 %) and Mountain-forest soils (0,8 %). The detailed description of the soil and climatic conditions is applied in land evaluation and categorization of lands in the object of study (part II).

Key words: geographical information systems (GIS), agronomic and ecological potential, relief, climate, soils

Въведение

Една от стъпките за устойчиво развитие на земеделието е строгото съблюдаване на научните подходи за управление и проектиране при ползване на природните ресурси, както и използването на достиженията в различни области. За съжаление не са редки случаите на необосновани решения, произтичащи от неглижирането им. Особено тежко е положението в аграрно по-бедните райони (планински и полупланински).

Землището на с. Ковачевци се намира именно в такъв планински район, в северозападния край на Самоковската котловина, в подножието на Плана планина и обединява земите на три села: Ковачевци, Поповяне и Ярлово. Според статистическите данни през последните тридесет години се наблюдава ясна тенденция към непрекъснато намаляване на броя на постоянните жители, като към 2020 г. те са съответно – с. Ковачевци - 410, с. Ярлово – 209, с. Поповяне – 180 (по ГРАО, 2020-09-15). Демографската криза и произтичащият от нея дефицит на работна ръка са дали своето отражение. Може да се твърди, че земеделското производство е в състояние на сериозен упадък.

В такива райони е наложително да бъдат търсени алтернативни решения.

Основната цел на разработката е:

На основата на данни от извършени вече проучвания, да се направи възможно най-пълна характеристика на основните екологични елементи - релеф, климат и почви, имащи отношение към бонитетната оценка на земеделските земи. Да се разработи географска информационна система (GIS), включваща събраната информация и се направи пространствена визуализация на почвените ресурси и основните им характеристики в изследвания район.

Материали и методи

За характеристиката на основните агроекологични елементи (релеф, климат, почви) са използвани данни от едромащабното почвено проучване на земите в землището на с. Ковачевци (Achkovand Moshev**,** 1979), официално публикувани климатични данни (Koleva and Peneva, 1990; Kyuchukova, 1979, 1983; Hershkovich, 1970, 1984).

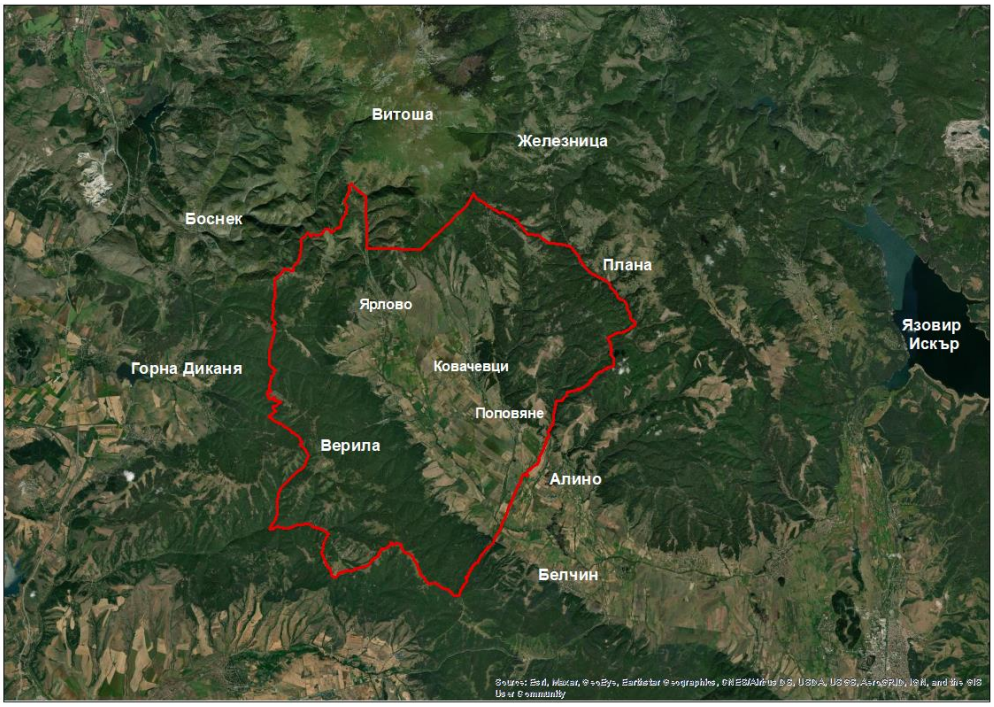
За разработването на географската информационна система и геопространствената интерпретация на данните е използван софтуера **ArcGIS Desktop 10.8.**

Резултати и обсъждане

Землището на с. Ковачевци заема северозападната част на Самоковската котловина (Палакарийска) и оградните ѝ склонове на Верила, Витоша и Плана планина. Обединява земите на селата Ковачевци, Поповяне и Ярлово с обща площ около 11192 ha (фиг.1).

Самоковската котловина е затворена със средна надморска височина около 950 m. Релефът в района се определя като планински и припланински. Котловинното дъно в западната част на котловината е равно с характер на поле, отводнява се от река Палакария, откъдето идва и наименованието ѝ (Galabov, 1982).

В геоморфологично отношение, Самоковската котловина представлява едностранен грабен, очертан от юг с разлом по северозападния склон на Белчинска планина и североизточния склон на Верила. В средната и западната част тя е изпълнена в основата си от плиоценски наслаги, припокрити от алувиални наслаги от р. Палакария. В подножието на Верила е образуван делувиален шлейф.



Фиг. 1. Географско положение на землището на с. Ковачевци
Fig. 1. Geographycal position of Kovachevtsi village

Подножието на Плана, а отчасти и това на Витоша е покрито също с делувий (чакъли, пясъци и глинести пясъци).Плана е изградена от диорити, гранодиорити, гранити и др. Те са силно изветрели и лесно се поддават на разрушение и отнасяне от повърхностно течащите води. От този предимно глинесто-песъклив изветрителен материал се формират плитки Кафяви горски почви. Югозападните склонове на Витоша са изградени предимно от диабези, фелдшпатови пясъци, кварцити, габродиорити и др.

Склоновете на Верила са съставени главно от кристалинни шисти, предимно гнайси и др.От такива скали са и наслагите, върху които са се формирали почвите в ниската част (Bonchev, 1960). Почти всички скали са безкарбонатни. При изветрянето им се получават сравнително леки по механичен състав материали.

Подпочвените води в по-високите части на релефа са дълбоки и нямат значение за селското стопанство. Плитки подпочвени води има около р. Палакария, където на много места излизат на повърността и причиняват заблатявания.

С характерното си географско местоположение и разнообразен релеф, а така също според надморската височина на която са разположени, землищата попадат в *Климатичен район на хълмистите и припланински места в Западна Средна България* и по-точно в Средногопланинската част на района. Поради непосредствената си близост върху климатичните особености тук влияние оказват и някои съседни райони: *Високопланинската част на Планинския климатичен район на Западна Средна България* и *Климатичния район на високите полета на Западна Средна България* (Hershkovich, 1970; 1984).

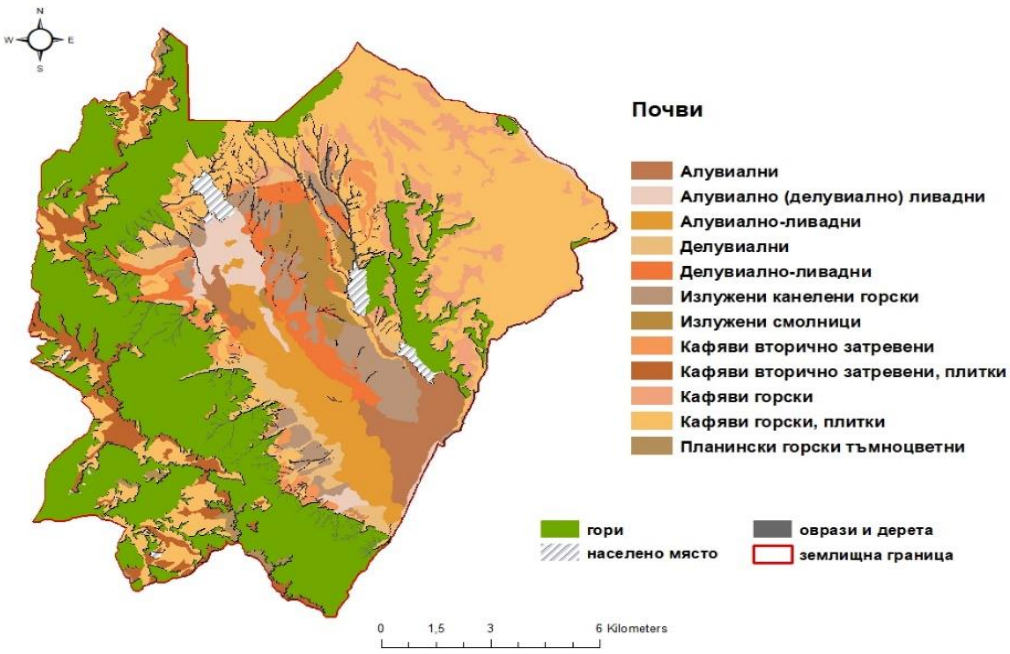
Територията на изследваното землище в температурно отношение попада в „Умерено топлия до умерено прохладен агроклиматичен район“ с активни температурни суми 1600^0 до 3100 °C (за периода от годишния цикъл със среднодеионощни температури на въздуха над 10 °C). Конкретно за обекта на изследване тези стойности са около 1600 – 2700 °C, рядко по-големи, а в най-високите места дори по-ниски. Температурните условия са един от основните елементи при

бонитетната оценка на земите. Може да се направи извода, че в температурно отношение районът предполага отглеждане само на невзискателни към топлина, студоустойчиви земеделски култури и то винаги съобразно конкретната надморска височина (температурният показател тук е с твърде динамични, пространствено определени стойности).

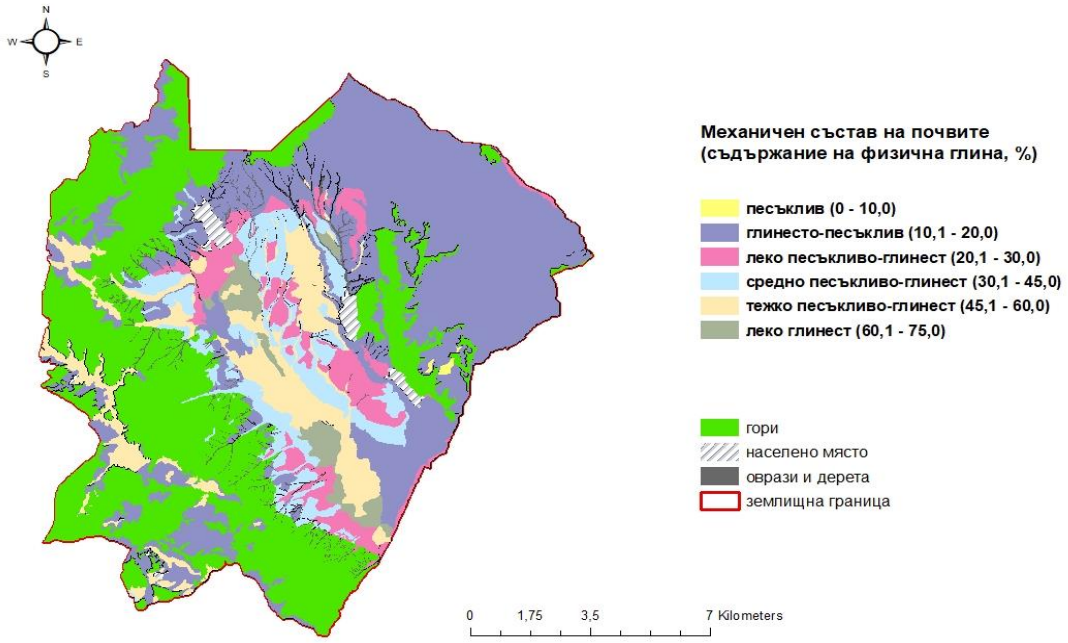
По отношение на количествата валежи също е характерна известна нехомогенност. Ниските части на района са разположени в „Слабо засушлива агроклиматична зона“, с дефицит в баланса на атмосферното овлажнение за периода Юни – Август в интервала от минус 100 до минус 200 mm. В по-високите части, стойностите на този баланс са положителни или достигащи най-много до минус 100 mm(„Влажна агроклиматична зона“). Като се има предвид, че за условията на българския климат, стойности на баланса на атмосферното овлажнение за периода Юни – Август, достигащи до минус 50 mm се считат за изключително благоприятни, може да се заключи, че районът е сравнително добре влагоосигурен.

Според едромащабното почвено проучване (Achkovand Moshev**,** 1979) за изследвания район са характерни следните почвени типове: Кафяви горски - 6736 ha (60,19 %),като по-голяма част от тях 50,17 % са плитки, а 10,02 % са Кафяви горски почви с различна степен на ерозия; Излужени Канелени горски почви - 928 ha или 8,29 %; Алувиални, Делувиално-ливадни и техните разновидности - с обща площ от 3021 ha (26,99 %); Излужени Смолници - 418 ha или 3,73 %и Плининско-горски тъмноцветни почви с малка площ от 90 ha или 0,8 % по високите части над 1500 m надморска. На по-ниско таксономично ниво (според мех. състав, мощност, степен на ерозия и т.н.) почвените различия са 37. Направено е подробно морфологично описание, но обемът на изложението не позволява да бъде представено.

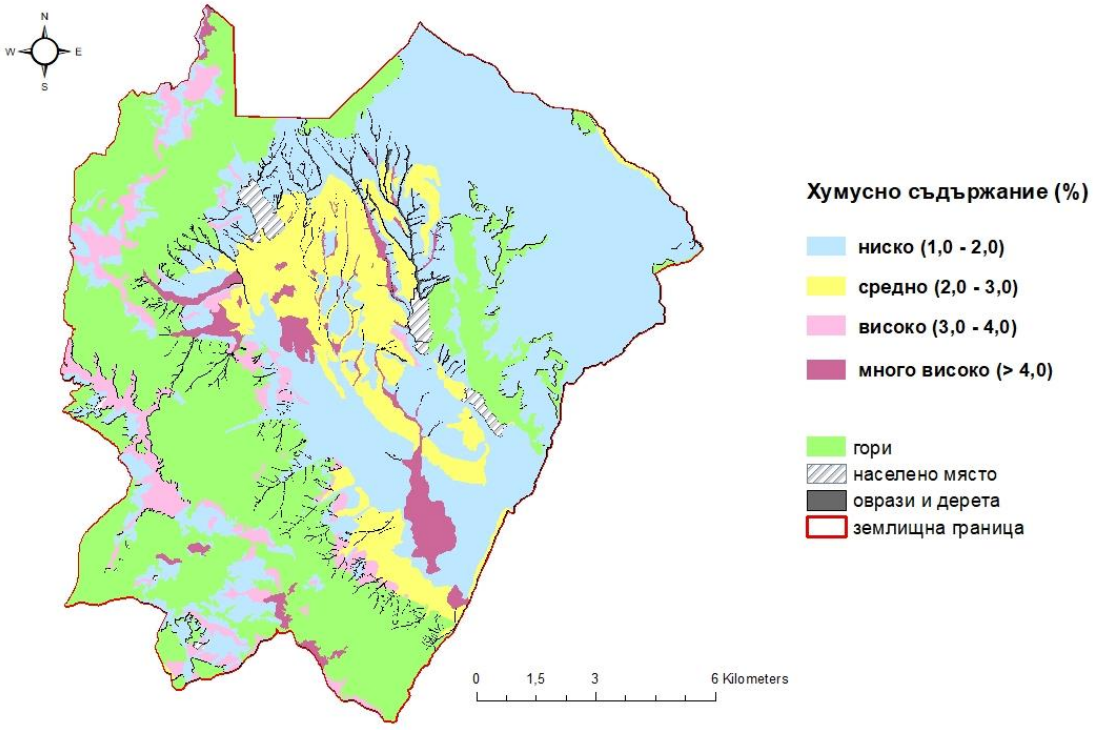
Обобщените данни за основните физико-химични показатели на почвените различия в изследвания район, имащи отношение към бонитировката на земеделските земи са включени в разработената географска информационна система (GIS), като това дава възможност да бъдат направени различни картни интерпретации – представени са почвена карта, както и тематични карти за механичния състав на почвите, разпределението на хумуса (%) и киселинността на почвите (pH) - фигури 2, 3, 4 и 5.



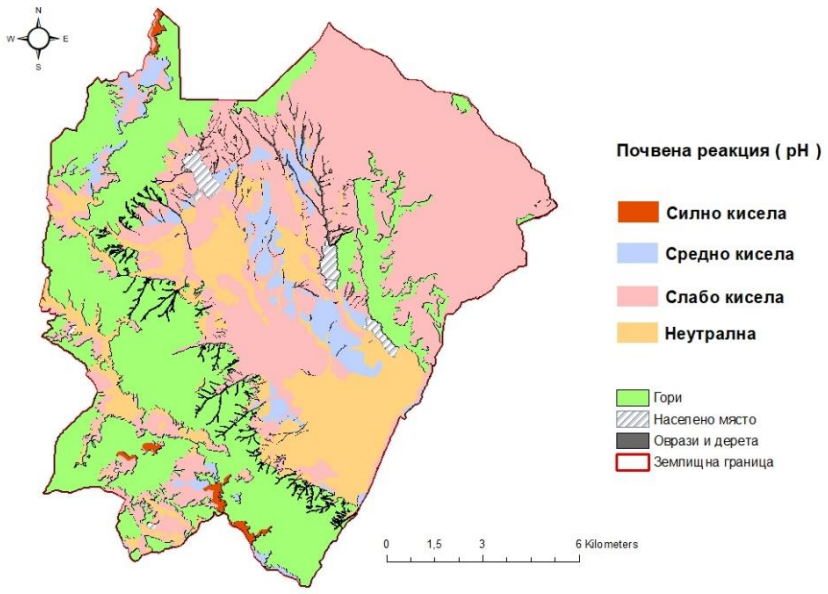
Фиг. 2. Почвена карта на землището на с. Ковачевци
Fig. 2. Soil map of the area of Kovachevtsi village



Фиг. 3. Механичен съставна почвите в землището на с. Ковачевци
Fig. 3. Mechanical composition of the soils from the area of Kovachevtsi village



Фиг. 4. Хумусно съдържание на почвите в землището на с. Ковачевци
Fig. 4. Humus content of the soils from the area of Kovachevtsi village



Фиг. 5. Почвена реакция (pH) на почвите в землището на с. Ковачевци
Fig. 5. Soil reaction (pH) of the soils from the area of Kovachevtsi village

Заключение

Направена е характеристика на основните агроекологични фактори (релеф, климат и почви) в района на землището на с. Ковачевци.

Релефът в района на изследваното землище се определя като планински и припланински.

От анализа на метеорологичните данни се потвърждава, че температурните условия в района са твърде динамични, с пространствено определени стойности, което предполага отглеждане на невзискателни към топлината, студоустойчиви култури, и то винаги съобразни с конкретната надморска височина.

За количествата валежи също е характерна известна нехомогенност. Ниските части на землищата могат да се отнесат към т.н. „Слабо засушлива зона“ с незначителен дефицит в баланса на атмосферното овлажнение. По-високите части на района попадат във „Влажна агроклиматична зона“. Като цяло районът може да се определи като добре влагоосигурен.

Направена е подробна морфологична и физико-химична характеристика, както и площно разпределение на почвите разпространени в изследвания район.

С най-голяма площ са Кафявите горски почви – 6735 ha или 60,2 % от земеделския фонд, като по-голяма част от тях 50,17 % (5615 ha) са плитки почви.

На второ място по разпространение са Алувиалните, Делувиалните и Алувиално (делувиално)-ливадните почви с площ от 3021 ha или 27 % от земеделския фонд. От тях 715 ha или 6,39 % са заблатени в различна степен.

Излужените Канелени горски почви заемат 928 ha или 8,29 % от земеделския фонд.

Излужените Смолници са 418 ha или 3,73 % от общата площ.

Над 1500 m н. в. са разпространени Планинско-горските тъмноцветни, плитки почви - 90 ha или 0,8 %, заети от високопланински пасища и ливади.

Разработена е географска информационна система (GIS), включваща данните за агроекологичните ресурси в изследвания район. Направени са визуални интерпретации - генерирана е карта за географското положение на изследваното землище, почвена карта, както и тематични карти за механичния състав на почвите

(съдържание на физична глина в %), разпределението на хумуса (%) и киселинността на почвите (pH).

Използваният подход за управление и обработка на събраните данни, а именно географските информационни системи (GIS), дава възможност в бъдеще, да бъде добавяна нова информация от различни източници (хартиени карти, статистика, теренни проучвания, сателитни изображения, аерофотоснимки и др.) и за различни визуални интерпретации. Освен това географската информационна система може да бъде разширена на ниво община, област и т.н.

Литература

Achkov, N**.,** D. Moshev. 1979. Soil characteristics of the lands of Kovachevtsi village. Archive of IPAZR “Nikola Poushkarov”.

Bonchev, E. 1960. Geology of Bulgaria, Volume II. “Sciense and art”, Sofia, p. 164. (Bg)

Hershkovich, E.1970. Agro-climatic zoning of Bulgaria, IMH, BAN, Sofia. (Bg)

Hershkovich, E. 1984. Agro-climatic resources in Bulgaria, BAN, Sofia, p. 115. (Bg)

Galabov, Zh., 1982. Geography of Bulgaria. Physical geography. BAN, Sofia, p. 514.(Bg)

Koleva, E., R. Peneva. 1990. Climate guide. Rainfall in Bulgaria. IMH, BAN, Sofia. (Bg)

Kyuchukova, M. 1979. Climate guide for NR Bulgaria, Volum 2. Air humidity, fog, horizontal visibility, cloud covor and snow cover. “Sciense and art”, Sofia, p. 811. (Bg)

Kyuchukova, M. 1983. Climate guide for NR Bulgaria, Volum 3. Air temperature, soil temperature, frost. GUMH, IMH. “Sciense and art”, Sofia, p. 440. (Bg)

АГРОЕКОЛОГИЧЕН ПОТЕНЦИАЛ НА ЗЕМЛИЩЕТО НА С. КОВАЧЕВЦИ, ОБЩИНА САМОКОВ (ЧАСТ II). ОТНОСИТЕЛНА ОЦЕНКА (БОНИТИРОВКА) И КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ

Иванка Любенова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията ”Н. Пушкаров”, Селскостопанска Академия
ivlyubenova@gmail.com

Резюме

На базата на направена пълна характеристика на екологичните фактори - релеф, климат и почви (част I) е извършена оценка на агрономическия потенциал на земите от землището на с. Ковачевци. Определена е бонитетната категория на земите според средния агрономически бал и полските бонитетни числа на културите, наблюдавани от действащата методика. Препоръчани са най-подходящите за отглеждане култури, както от включените в методиката, така и други конвенционални и алтернативни култури, които могат с успех да допринесат за успешно развитие на земеделието в района. Надградена е разработената (част I) географска информационна система като са добавени данните от бонитетната оценка и са генерирани съответните карти - на категориите земеделските земи по САБ; за пригодността на земеделските земи за отглеждане на най-подходящите култури.

Ключови думи: агрономически потенциал на земите, оценка на земята, категоризация, среден агрономически бал, полски бонитетни числа, географски информационни системи

AGRICULTURAL AND ECOLOGICAL POTENTIAL OF THE AREA OF KOVACHEVTSI VILLAGE, SAMOKOV MUNICIPALITY (PARTII). LAND EVALUATION AND CATEGORIZATION OF THE AGRICULTURAL LANDS

Ivanka Lyubenova

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
ivlyubenova@gmail.com

Abstract

On the basis of a complete descriptions of the ecological factors – relief, cimate and soils (part I) an assessment of the agronomic potentials of the lands from area of Kovachevtsi village has been made. The land evaluation and the category of the lands is determined according to the average agronomic ratings and field assessment ratings of the crops observed by the current methodology. The most suitable for growing crops are recommended, those included in the methodology, as well as other conventional and alternative crops, which can contribute to the successful development of the agriculture in the region. A developed geographical information system (GIS) has been upgraded by adding the data from the land evaluation and the respective maps have been generated – of the categories of agricultural lands, for the suitability of agricultural lands for growing the most appropriate crops.

Key words: agronomic potential of the lands, land evaluation, categorization, average agronomic rating, field assessment rating, geographical information systems (GIS)

Въведение

Землището на с. Ковачевци се намира в природно необлагодетелстван планински район, в северозападния край на Самоковската котловина (Палакарийска). Оградено е от три планини – Плана, Верила и Витоша. Включва земите на селата Ковачевци, Поповяне и Ярлово.

В миналото местните жители са имали сравнително добър земеделски поминък, съобразно специфичните екологични условия и близостта на столичните пазари. Не така стоят обаче нещата към настоящия момент.Демографската криза, ориентацията на младите трудоспособни хора към големите градове, застаряването на населението и дефицитът на работна ръка обуславят настъпилата стагнация в земеделието. Тревожно висок е делът на изоставените и неизползвани с години обработваеми земи. Множество традиционно отглеждани в миналото култури, срещащи благоприятни условия за развитие в района – главно ягодоплодни и фуражни са изоставени и забравени. Отглеждат се предимно пшеница и картофи, и то с крайно незадоволителни добиви.

Във връзка с гореизложеното, настоящото изследване се стреми да покаже, че в едно „западнало“ и считано за безперспективно земеделско землище, намиращо се в природно необлагодетелстван район, могат да бъдат намерени
рентабилни и печеливши пазарни решения – в областите на отглеждане на касови култури, биологично земеделие и пр.

Ето защо, основната цел е на базата на извършеното изследване на екологичните фактори – релеф, климат и почви (част I) да се направи бонитетна оценка и категоризация на земеделските земи. Да се оцени агрономическата пригодност на земите от землището по отношение изискванията на отделните културии да се препоръчат най-подходящите от тях за отглеждане в района. Да се подскажат алтернативни решения за успешно развитие на земеделието.

Материали и методи

Бонитетната оценка по култури е извършена сагласно възприетата методика (Petrov et al., 1988) и уравнението на Б. Георгиев (Georgiev, 2006).

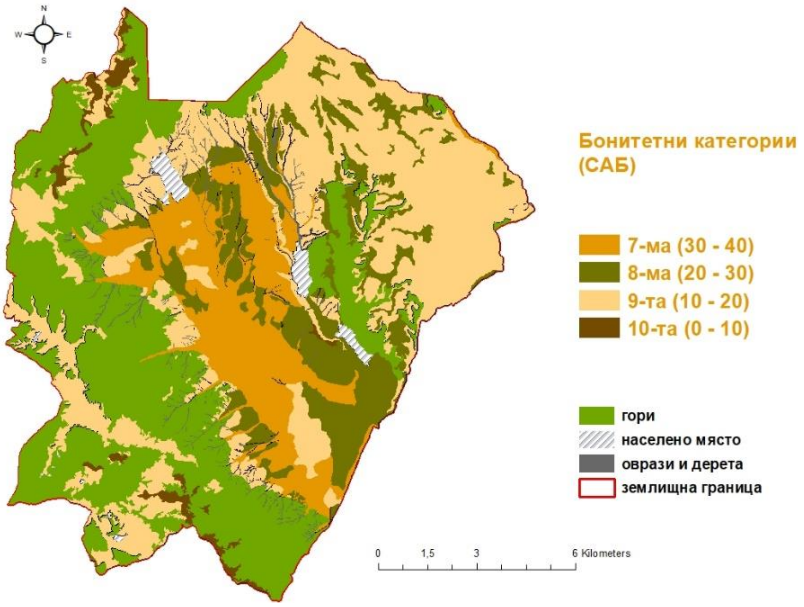
Първичните почвени, климатични и агроекологичниданни за характеристиките са от почвения и бонитетен архиви на ИПАЗР „Н. Пушкаров“,както и от официално публикувани Климатични справочници (Koleva and Peneva, 1990; Kyuchukova, 1979; 1983).

За геопространствената интерпретация на данните е използван софтуера **ArcGIS Desktop 10.8**

Резултати и обсъждане

В част I на разработката бяха разгледани основните почвени типоверазпространени на територията на землището, а именно: Кафяви горски почви, Излужени Канелени горски почви, Алувиални, Делувиално-ливадни и техните комбинации, Излужени Смолници и Плининско-горски тъмноцветни почви. Беше разработена Географска информационна система, включваща физико-химичните данни за отделните почвени различия, чрез коитосе извършва бонитетната оценка на земеделските земи.

Изхождайки от конкретните анатлитични данни и следвайки практическия ход на бонитировка на земеделските земи, предвидени във възприетата у нас методика (Petrov et al., 1988) е извършена бонитетна оценка на земите от земеделския фонд в землището на с. Ковачевци. Изчислени са средните агрономически балове (САБ) и определени бонитетните категории на земите. Резултатите са добавени към Географската информационна система и визуално интерпретирани (фиг. 1).



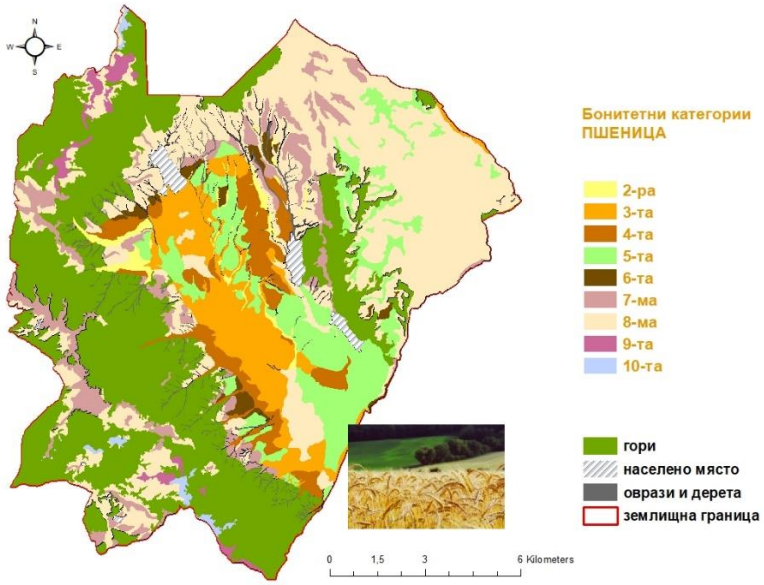
Фиг. 1. Категории на земеделските земи в землището на с. Ковачевци
Fig. 1. Land evaluation categories of agricultural land from the area of the village of Kovachevtsi

Направената бонитетна оценка показва, че площите заети от „непригодни земи“ са 57 % (т.е. 9 и 10 категория или САБ 0-20 бала), а останалите 43 % са заети от„лоши земи“ (7 и 8 категория или САБ 20-40 бала).

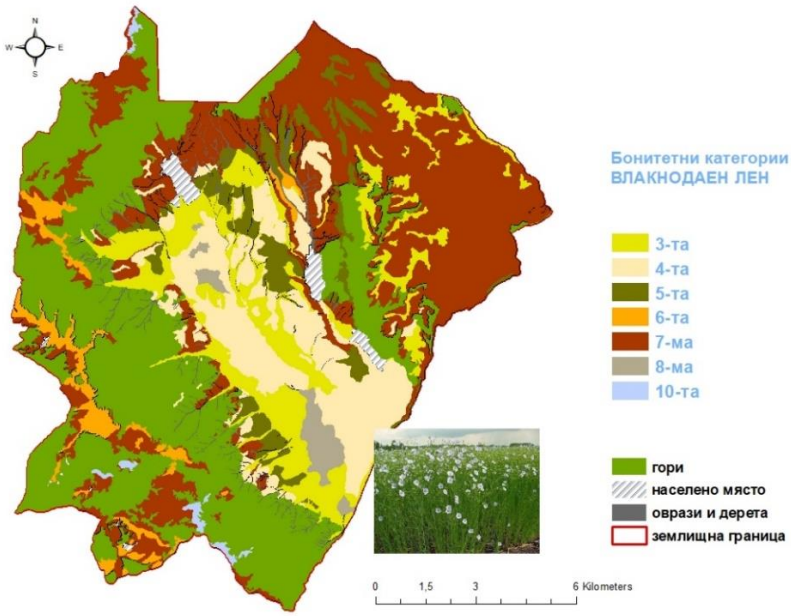
В резултат на направената оценка и категоризация, спрямо изискванията на земеделските растения, включени в методичните изисквания се установи, че при избор на подходящи почви, спазване на определена агротехника, сортов състав и пр.в изследвания район има добри условия за отглеждане на пшеница, влакнодаен лен, картофи, пасища и ливади. Особено подходящи са почвено-климатичните условия за отглеждане на малини, където бонитетните оценки са високи и част от земите са определени като 1-ва категория.

Най-подходящи за отглеждане на пшеница са Делувиалните почви, мощни и Алувиално (делувиално) ливадните, както и мощните разновидности на Алувиално-ливадните почви – 3-та и 4-та категория („добри земи“), а слабо заблатените Делувиални почви, мощни попадат дори в групата на „много добрите земи“ (2-ра категория).Подходящи за пшеница са и Канелените горски почви, акумулирани и канелените горски смолницовидни – категория 4-та, както и по-леките разновидности на Смолниците (фиг. 2).

За влакнодаен лен най-подходящи също са Делувиалните, Алувиално (делувиално) ливадните, Алувиално-ливадните и Алувиалните почви – те попадат в групата „добри земи“ – 3-та и 4-та категория. Изключение правят Алувиално-ливадните, средно заблатени почви (8-ма кат.), при които именно високата степен на заблатяване е ограничаващия фактор. „Добри земи“ за влакнодаен лен са и някои от разновидностите на Кафявите горски и Канелените горски почви, както и на Смолниците (фиг. 3).

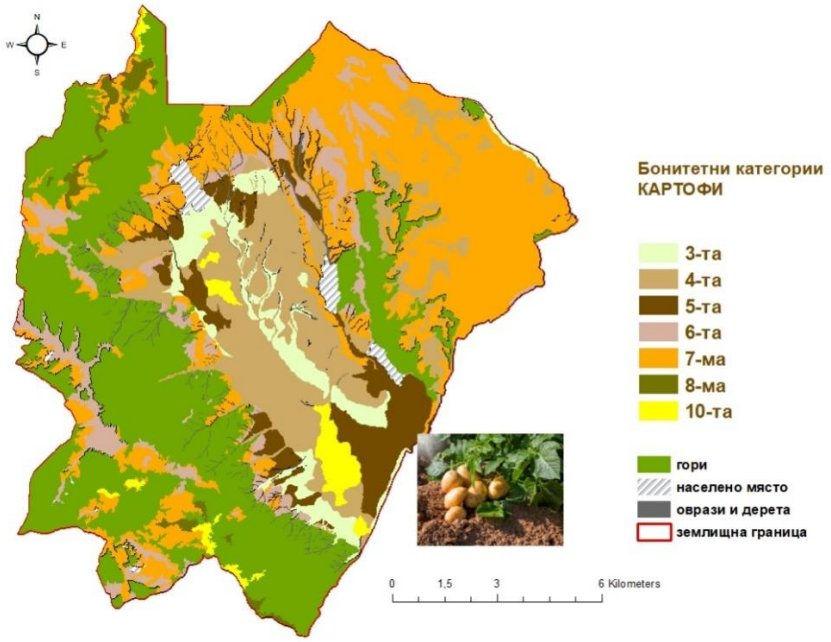


Фиг. 2. Пригодност на зем. земи от землището на с. Ковачевци за отглеждане на пшеница
Fig. 2. Suitability of the agricultural lands from the area of the village of Kovachevtsi for growing wheat



Фиг. 3. Пригодност на земеделските земи от землището на с. Ковачевци за отглеждане на влакнодаен лен
Fig. 3. Suitability of the agricultural lands from the area of the village of Kovachevtsi for growing fiber flax

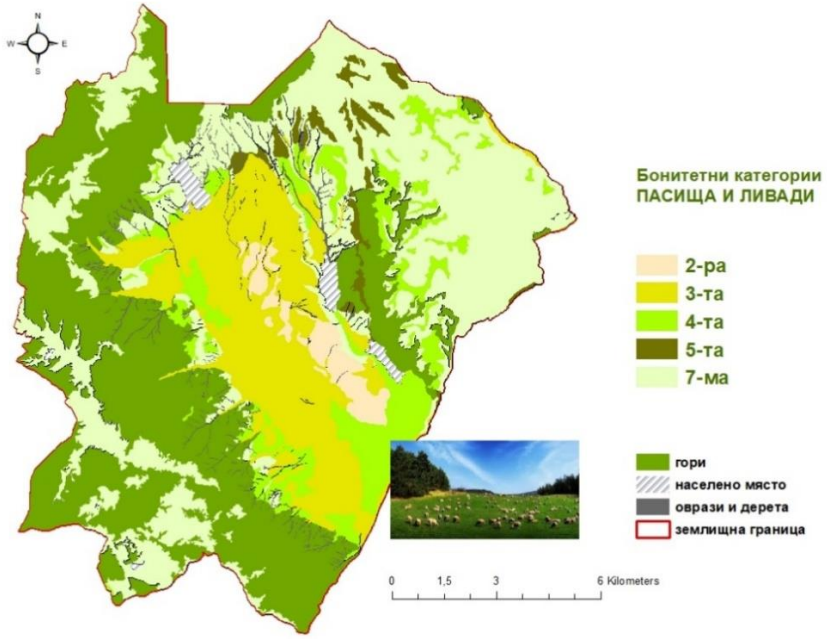
„Добри земи“ (3-та и 4-та категория) за картофи са Делувиално-ливадните, Алувиално (делувиално) ливадните и Алувиално-ливадните почви, както и някои от Кафявите горски почви, с дълбоко ниво на подпочвените води. Високи добиви от културата могат да се получат и при Канелените горски, но при спазване на добра агротехническа обработка и наторяване с високи дози оборски тор. Картофите не се развиват добре върху тежки глинести почви, преовлажняващи се, каквито са Смолниците, но в изследваният район тези почви се отличават с по-лек механичен състав (тежко песъкливо-глинест) и според бонитетните оценки те спадат към 4-та категория земи (фиг. 4).



Фиг.4. Пригодност на земеделските земи от землището на с. Ковачевци за отглеждане на картофи

Fig. 4. Suitability of the agricultural lands from the area of the village of Kovachevtsi for growing potatoes

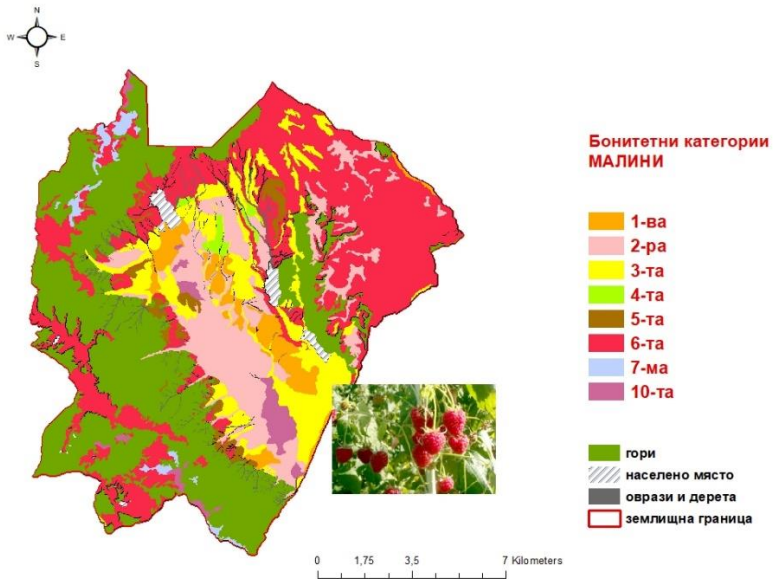
„Много-добри земи“ (2-ра категория) за пасища и ливади са Канелените горски почви акумулирани, леко и средно песъкливо-глинести. Към групата на „добрите земи“ (3-та и 4-та категория) се отнасят останалите разновидности на Канелените горски почви, с изключение на средно излужените канелени горски плитки, слабо и средно ерозирани, където много малката мощност на почвения профил е ограничаващия фактор. В „добрите земи“ попадат и разновидностите на Смолниците, както и всички Алувиално-ливадни, Делувиално-ливадни почви и техните разновидности (фиг.5).



Фиг. 5. Пригодност на земеделските земи от землището на с. Ковачевци за отглеждане на пасища и ливади

Fig. 5. Suitability of the agricultural lands from the area of the village of Kovachevtsi for growing pastures and meadows

В района има много благоприятни почвено-климатични условия за отглеждането малини - 1-ва категория „много добри земи“саИзлужените канелени горски почви (акумулирани) и Алувиално (делувиално) ливадните почви. В групата попадат и тези, които са 2-ра категория – Делувиалните и Делувиално-ливадните, Алувиално-ливадните почви, мощни и средно мощни, както и мощните и акумулирани разновидности на Смолниците (фиг. 6).



Фиг. 6. Пригодност на земеделските земи от землището на с. Ковачевци за отглеждане на малини
Fig. 6. Suitability of the agricultural lands from the area of the village of Kovachevtsi for growing raspberries

На базата на направените климатични и почвени проучвания в изследваното землище, както и на изискванията на културите към почвите и климата, може да бъде посочен определен набор земеделски растения (освен тези включени в бонитетната методика), които или са традиционни, или не дотам познати, но с успех могат да се отглеждат в района, както и да допринесат за развитието на успешни земеделски практики. Такива култури са: зърнено-житните (овес, ръж, ечемик); фуражните (обикновен фий и репко); многогодишните фуражни бобови (червена детелина и звездан). С голямо значение за развитието на животновъдството в района, освен сравнително взискателните бобови фуражни култури са инякои многогодишни житни треви, които могат да бъдат ползвани самостоятелно или в системи от тревни смески. Обикновено те са с местен произход (или добре адаптирани) и не са капризни към климатичните и почвените условия. Развиват се добре при сравнително ниски температури. Променливите количества валежи не ги депресират рязко. Способни са да изпълняват предназначението си като паша, фураж, дори да обогатят и запазят от ерозия непригодни за други култури почви – плитки, каменисти, антропогенно повлияни и т.н. В тази връзка могат да бъдат препоръчани: ежова главица, тимотейка, ливадна власатка, червена власатка, безосилеста овсига, ливадна метлица. Многогодишните житни и бобови фуражни растения могат да се засяват самостоятелно и в смески. От зърнено-бобовите растения с успех могат да се отглеждат: грах и бакла. Освен изброените до тук в изследвания район има условия за отглеждане на ягоди, къпини, касис, вишни, арония, както и не дотам познатите в България - облепиха, жен-шен, градински чай. В допълнение може да се отбележи, че съществуват разработени технологии за култивирано отглеждани на много

лекарствени, билкови и др. растения, които биха намерили място тук. Някои от тях могат дори да бъдат поощрявани в развитието им и ползвани директно от природните им находища. Такива са: лайката, белия равнец, жълтия равнец, риганът, мащерката, маточината, ментата, царският лешник, дрянът и много други.

Всички изброени култури, както включените в използваната методика за бонитировка, така и културите извън нея (традиционни или нехарактерни за страната), имат своите изисквания към климата и почвите. За да имат успех производителите трябва да се запознати освен с тези изисквания, така също със сортовия състав и технологията на отглеждане**.**

Заключение

Според официално приетата у нас методика е направена бонитировка (оценка) на агроекологичния потенциал на землището на с. Ковачевци на две нива: 1. Бонитетна категоризация на земите по Среден агрономически бал (САБ) и 2. Бонитетна категоризация и групиране на земите според полските бонитетни числа (ПБЧ) на културите, наблюдавани от действащата методика и допускани в различна степен за отглеждане от климатичните условия в района. Най-подходящите за отглеждане от тях са - пшеница, влакнодаен лен, картофи, пасища и ливади, и малини.

Според реално съществуващите агроекологични условия е допълнен списъкът от земеделски култури (извън наблюдаваните от методиката), конвенционални и алтернативни, които могат с успех да допринесат за успешното развитие на земеделието в района.

Данните от направената бонитетна оценка са добавени към разработената географска информационна система (част I), като в резултат на геопространствената обработка са направени различни визуални интерпретации – карта на категориите земеделските земи по САБ; карти за пригодността на земеделските земи за отглеждане на най-подходящите култури.

Накрая, но не и по важност, настоящото изследване показва, че в едно „западнало“ и считано за безперспективно земеделско землище, могат да бъдат намерени рентабилни и печеливши пазарни решения – в областите на отглеждане на касови култури, биологично земеделие и пр.

Литература

Achkov, N. D. Moshev. 1979. Soil characteristics of the lands of Kovachevtsi village. Soil archive of ISSAPP “N. Poushkarov”.

Data from the land evaluation and categorization of agricultural lands in Bulgaria M 1:10000. Agrarian reform 1991 – 1993. Land evaluation archive. ISSAPP “N. Poushkarov”.

Georgiev, B**.** 2006. Land evaluation of agricultural lands – theoretical foundations and practical approaches to the conditions of Bulgaria. Dissertation for awarding the scientific degree "Doctor of Agricultural Sciences", 193 p.

Koleva, E., R. Peneva. 1990. Climate guide. Rainfall in Bulgaria. IMH, BAN, Sofia. (Bg).

Kyuchukova, M. 1979. Climate guide for NR Bulgaria, Volum 2. Air humidity, fog, horizontal visibility, cloud covor and snow cover. “Sciense and art”, Sofia, p. 811. (Bg).

Kyuchukova, M. 1983. Climate guide for NR Bulgaria, Volum 3. Air temperature, soil temperature, frost. GUMH, IMH. “Sciense and art”, Sofia, p. 440. (Bg).

Maps of agro-climatic regions in Bulgaria and coefficients of suitability for different crops. Land evaluation archive. ISSAPP “N. Poushkarov”.

Petrov, E., I. Kabakchiev, P. Bozhinova, A. Stoeva, Ya. Georgieva, E. Hershkovich, D. Dilkov. 1988. Methodology for work on the cadastre of agricultural lands in BulgariaAssociation "National Agrarian and Industrial Union, p.144, Sofia. (Bg).

ЕФЕКТ НА ТОРЕНЕТО, ПОЧВЕНИТЕ ОБРАБОТКИ И БОРБА СЪС ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕТО В ПОЛСКИ ОПИТ С ЦАРЕВИЦА

Марина Стоянова, Илияна Герасимова*, Ваня Лозанова, Здравка Петкова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
”Н. Пушкаров”, Селскостопанска Академия
ilianich_ilieva@abv.bg

Резюме

Изследвано е влиянието на торенето и системата за обработка на почвата върху добива от царевица при различни предшественици за почвено-климатичните условия на Софийския район. Осъществена е и интегрирана борба с плевелите, включваща механични обработки и различни хербициди. Опитът е проведен в опитна база „Божурище” на ИПАЗР „Н. Пушкаров” на площ от 0,72 ha по блоковия метод през 2020г. Изпитани са два фактора: **торене** - T_1 ($N_{120}P_{80}$), T_2 ($N_{160}P_{120}$) и T_0 – без торене, и **системи на обработка** конвенционална - O_1 и минимална – O_2. Получени са данни за плътността, основните представители на различните групи плевели, както и общата им биомаса.

Резултатите сочат, че приложеното минерално торене е с най-значим принос при формиране на добива от царевица. Установява се, че по-добрият предшественик на царевицата е пшеницата в сравнение с тритикалето за климатичните условия на 2020г. Вариантите с приложена по-плитка обработка на почвата (O_2) са по-продуктивни и щадящи почвените ресурси.

И двата изпитвани агротехнически фактора оказват влияние върху количественото заплевеляване на опитните площи. Прилагането на система с по-интензивна обработка O_1 редуцира заплевеляването с едногодишни и многогодишни плевели, като торенето осигурява добър хранителен режим и условия за надмощие на културните растения в конкурентната борба.

Ключови думи: царевица, продуктивност, торене с азот и фосфор, почвени обработки, плевели.

EFFECT OF FERTILIZATION, TILLAGE AND COMBATING WEEDING IN A FIELD EXPERIMENT WITH MAIZE

Marina Stoyanova, Iliana Gerasimova*, Vanya Lozanova, Zdravka Petkova

Nikola Poushkarov Institute of Soil science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
ilianich_ilieva@abv.bg

Abstract

The aim of the study is to track the impact of fertilization, tillage and integrated weed control on maize yield for soil and climatic conditions of the Sofia region, after different predecessors. The experiment was conducted in the experimental base "Bozhurishte" of Nikola Poushkarov ISSAPP, Sofia region on an area of 0.72 ha by the block method in 2020. Two factors are tested: fertilization - T_1 ($N_{120}P_{80}$), T_2 ($N_{160}P_{120}$) and T_0 - without fertilization, and conventional treatment systems - O_1 and minimum - O_2. The density and the total biomass of the weeds were determined.

The results show that applied mineral fertilizers have the most significant contributions in the formation of yield. It is established that the better predecessor of corn is

wheat. Variants with applied shallow tillage (O_2) are more productive and conserve soil resources.

The quantitative weeding of the experimental areas is influenced by both agrotechnologcal factors. Application of a system with more intensive treatment (O_1) reduces weeding with annual and perennial weeds and fertilization by providing a good diet and conditions for the dominance of cultivated plants in the competition**.**

Key words: corn productivity, tillage, fertilization with nitrogen and phosphorus, weeds

Въведение

Производството на царевица (*Zea mays L*.) в световен мащаб се увеличава през последните години и тя се превръща в най-важната зърнена култура в света. В България тя заема второ място, като по данни на отдел „Агростатистика“ на МЗХГ, 2019 производството на царевица от реколта 2018 възлиза на 3 478 хил. тона при засяти 4 446 хил.дка (Ситуационно-перспективен анализ на царевица и слънчоглед, 2019).

Получаването на високи и качествени добиви от селскостопанските култури е необходимо условие за успешно развитие на съвременното земеделие. Тази задача е в съответствие с основната цел на Националната програма за опазване, устойчиво ползване и възстановяване функциите на почвите (2020 – 2030 г.). За осъществяване и на една от стратегиите на т.н „Зелена сделка“ на Европейската комисия за значително намаляване употребата на химикали - пестициди, торове и антибиотици, пред изследователите стои задача за търсене на нови оптимизирани подходи за производство на чиста продукция с оптимални добиви и високо качество.

Добивите от царевицата се влияят от редица фактори, средкоито основни са технологията на отглеждане, съобразена с почвено- климатичните условия и правилното редуване на културите (Basaet. all, 2019, Ненов. М. et al., 2020). Добрият предшественик е едно от най-старите и ефективни агротехнически средства не само за контролиране на заплевеляването, но и за намаляване на болестите по отглежданите селскостопански култури. Това е фундаментално значимо за развитието на устойчиви и екологични стратегии за контрол на плевелите (Митова, Т. И. Герасимова, 2019).

Целта на изследването е да се проследи влиянието на торенето, системата за обработка при различни предшественици и интегрираната борба с плевелите върху добива на царевица за почвено-климатичните условия на Софийския район.

Материали и методи

1. *Опитна постановка*

В опитното поле на ИПАЗР „Н. Пушкаров”в „Божурище”, Софийско ежегодно се извежда многогодишен полски опит с две четириполни сеитбообращения на площ от 0,72 ha. Опитът е двуфакторен и е заложен по утвърдена методика по блоковия метод в четири повторения с размер на опитните парцели 90 m^2, а на реколтните 70 m^2. През 2020г. отглежданата култура е средно ранен хибрид царевица (ZeamaysL), P-8834 от група 310 по ФАО на „Пионер” (FAOSTAT, 2019). В едното сеитбообращение предшестващата култура е **пшеница, а** във второто -**тритикале**. Изпитват се два фактора: 1)**Торене -** T_1 – ($N_{120}P_{80}$), T_2 – ($N_{160}P_{120}$) и T_0 – без торене. Торенето е с амониева селитра и троен суперфосфат в kg/ha активно вещество **и 2) Системи на обработка. Системите на обработка** са конвенционална - O_1 и минимална – O_2. Те се различават по вид и дълбочина и са както следва: **O_1**- включваща оран 25-30cm и разрохкване 40-45сми и **O_2**- с дискуване 10-12 см и оран 22-25 см.

Използвани са колесни трактори – за основна обработка John Deere 8100 и Беларусь 80 КС за предсеитбена подготовка на опитната площ, за междуредова обработка и пръскане. Посевната норма е 5000-5500 броя семена на декар. Сеитбата на царевицата е извършвана със сеялка Амазоне. Прибирането за отчитане на добива е ръчно, а опитните парцели са прибирани с комбайн John Deere 106 RL.

Приложени са варианти на интегрирана борба с плевелите. Механичната борба включва посочените системи за обработка на почвата. За химична борба са използвани нови хербициди със широкоспектърно действие - хербицидна смес от Терминатор – 125 ml/da + Магнето -120 ml/da –срещу едногодишни и многогодишни житни и някои широколистни плевели при царевицата. С тези хербициди е извършено пръскане в първо и второ повторение на двете сеитбообращения. Използван е също и хербицид Елумис - 200 ml/dka – срещу житни и широколистни плевели, с него са третирани трето и четвърто повторение на двете сеитбообращения. Хербицидите в опитите са внасяни под формата на воден разтвор с тракторна пръскачка при разход на 30 l/da работен разтвор. Пръскането с хербициди е извършено във фаза 5-6 лист на царевицата.

Ефектът от хербицидите върху плевелите е отчитан чрез извършване на количествена оценка на заплевеляването с помоща на следните параметри:

- плътност (общ брой на плевелите на единица площ, брой/m^2)
- обща биомаса на плевелите (свежо тегло) по видове плевели и по биологични групи в g/m^2. За определяне плътността на плевелите и качествената характеристика на заплевеляването е използван количествено-тегловния метод.Отчитанията са в 2 в отделни фази от развитието на царевицата - „изметляване” и пълна „зрелост”.

Ефектът от прилагането на агротехническите мероприятия е определян от продуктивността – основна и допълнителна продукция от отглежданата култура, изчислена в kg/ha.

2. Климат и почва

Районът се характеризира с умерено континентален субхумиден сравнително хладен климат. Надморската височина е 554 m. Средната годишна температура на въздуха е ниска (9,70 °C), а на сумата на валежите за 80-годишния период (1901 – 1980 г.) е 593 mm. Ясно изразени са максимум на валежите през V-VI месец и минимум през I-III месец.

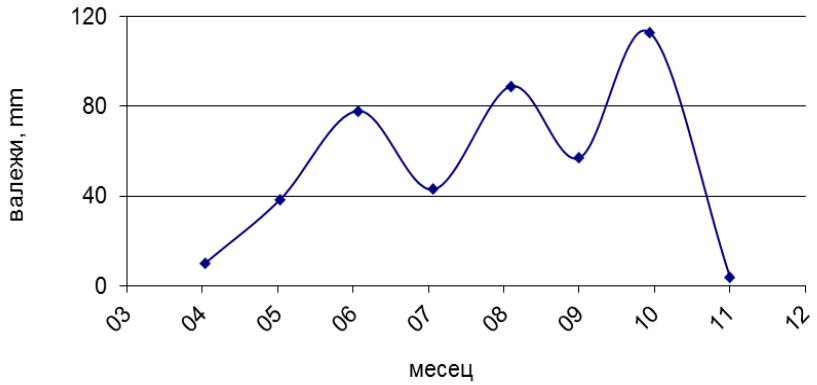
Почвата в опитното поле Божурище е Излужена смолница, според класификацията на почвите в България (Koinov, 1987) се определя като Haplic Vertisol (FAO, 2015) и е типичен представител на глинестите смолници в Софийско. Относителната плътност на почвата е 2,68. Обемната плътност в сухо състояние е 1,95-2,0 g/cm^3, а при ППВ - 1,23-1,25 g/cm^3. Направеният агрохимичен анализ преди злагане на опита я определя като средно хумусна (3,02%). Съдържанието на общ азот е в ниски до умерени количества (0,139%), но въпреки това съдържанието на минерален азот не е високо- 12,67-14,98 mg N в 1000 g почва. По съдържание на подвижен фосфор обезпечеността е също ниска от 0,20 до 0,34 mg P_2O_5 на 100 g почва, но е по-добре запасена с усвоим калий - до 30,11 mg K_2O на 100 g почва, арН е слабо кисела в хумусния хоризонт.

Статистическа обработка на данните е извършена чрез двуфакторен дисперсионен анализ (ANOVA) на отчетените добиви от царевица след двата предшественика - пшеница и тритикале. Определено е влиянието на изследваните фактори. Използван е софтуерен продукт Statgraphics 17.

Резултати и обсъждане

Почвено-климатичните условия силно влияят на растежните и продуктивните процеси на царевицата (Marijanovic et al, 2010; Tsenov et al, 2011; Tsenov&Atanasova, 2013; Abdipur&Vaezi, 2014). У нас за голяма част от страната условията са благоприятни за отглеждането и, но определящ фактор за формиране на добива обикновено са валежите, (Kiriakov&Giurova, 1969; Dimitrov, 1986; Zarkov, 2001).

През 2020 г тези условия се отличават със силно вариране в съдържанието на почвената влага и температура**.** Растежът и развитието на царевицата протекоха при много добро постъпление на валежна вода – 428,5 mm от поникване до пълна зрелост (фиг.1). Падналите валежи в началото на вегетацията - фаза „9-10 лист” и фаза „изметляване” се отразиха благоприятно. Количеството е над средното за многогодишен период, но има и период на засушаване – през месец юли падналите валежи са само 43 mm.



Фигура 1. Месечни суми на валежите през 2020 г на ОБ Божурище, mm
Figure 1. Monthly amounts of precipitation in 2020 in Bozhurishte, mm

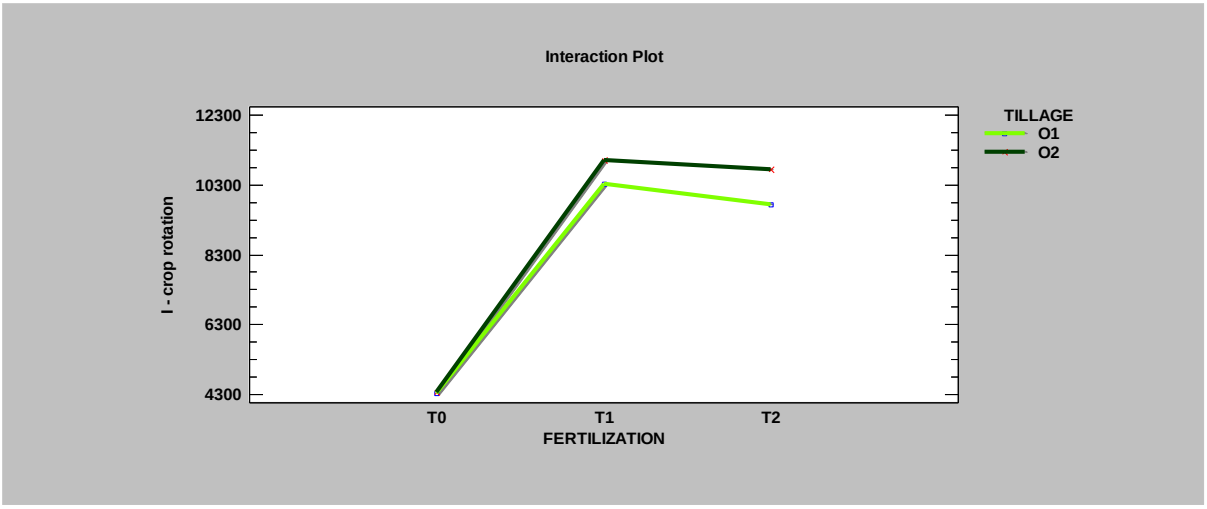
Въпреки това стрес при растенията от торените варианти не е наблюдаван. През месец август падналите валежи са сравнително добри 89 mm и това спомогна нормалното развитие на царевицата през фазата на „млечна зрелост”. През периода на наливане на зърното, добрите влажностни и температурни условия благоприятстваха получаването на добиви с добри параметри за този сорт, отглеждан при неполивни условия. Падналите валежи през месец октомври – 113 mm, в края на вегетацията на царевицата, доведоха до по-късното узряване на зърното и закъснение на прибирането в оптималния срок.

Торенето на царевицата е агротехническо мероприятие с най-голям принос за формиране на добива от културата (Gerganov, 2009; Koteva, 2014). Това показват и получените резултати. Разликите по варианти се дължат основно на торенето (между торени и неторени парцели), по-малко на видовете обработки, приложената химична борба и на общото въздействие на приложените агротехнически решения.

Добивите от първия сеитбооборот при предшественик пшеница са с 8% по - високи средни стойности спрямо добивите, получени във втория сеитбооборот при предшественик тритикале (табл. 1). Това е в подкрепа на твърдението, че по-добрият предшественик на царевицата е пшеницата в сравнение с тритикалето. От друга страна най-високи стойности са отчетени във вариант T_1O_2 - 12901.4 kg/ha след предшественик тритикале, въпреки че средно статистическите добиви са по-високи след предшественик пшеница. Най-слаба е продуктивносттав контролата T_0O_1- 2629.4 kg/ha - в първия сеитбооборот. При втория сеитбооборот най-нисък добив е отчетен във варианта T_0O_1 - 3822.0 kg/ha, което доказва, че Излужената смолница притежава сравнително добро ниво на плодородие, като се има в предвид факта, че повече от

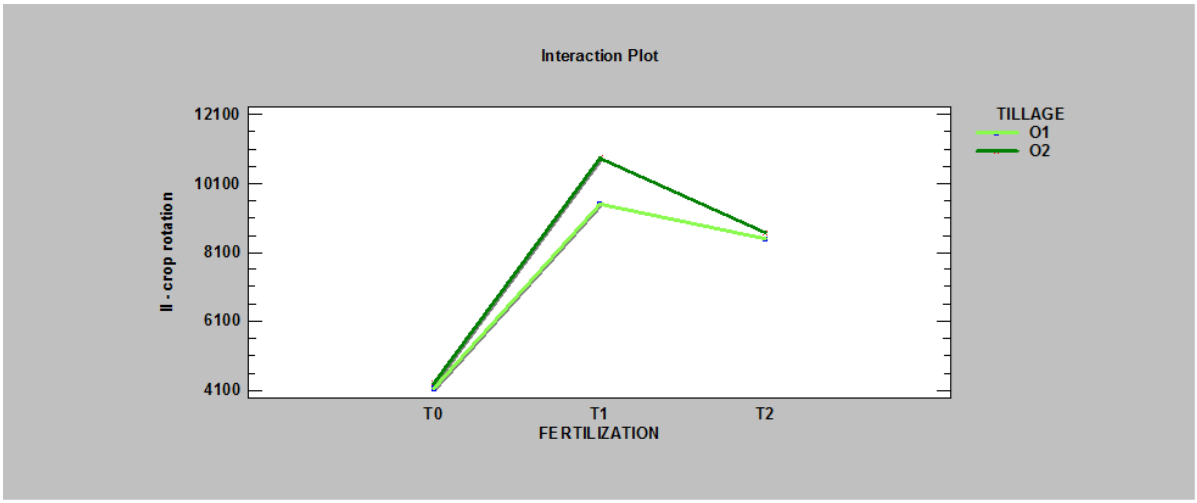
20 години площта не е торена. Във вариантите с приложена по-плитка обработка на почвата (O_2) са получени по-големи добиви зърно от царевица в сравнение с вариантите с по-дълбока оран (O_1).

Най–високи стойности на добива са отчетени при вариант T_1 и за двата сеитбооборота, като те леко намаляват при вариант T_2. Този спад е по-виден след предшественик тритикале – фигура 2 и фигура 3. По всяка вероятност това се дължи на по-ниската взискателност на тритикалето спрямо пшеницата по отношение на храненето и по-ниския износ на хранителни вещества от почвата, а също и на неоднородността на опитния участък.



Фигура 2. Изменение на добива от царевица в зависимост от нормите на торене и почвените обработки при първия сеитбооборот,kg/ha

Figure 2. Change in maize yield according to fertilization and tillage rates during the first crop rotation, kg/ha



Фигура 3. Изменение на добива от царевица в зависимост от нормите на **торене и почвените обработки при втория сеитбооборот, kg/ha**

Figure 3. Change in maize yield according to fertilization and tillage rates during the second crop rotation, kg/ha

Таблица 1. Обща статистика на добива при двата сеитбооборота, kg/ha
Table 1. Summary statistic of yield for two crop rotation, kg/ha

	I - crop rotation	*II - crop rotation*
Count	18	18
Average	8408.23	7661.54
Standard deviation	3066.08	2800.69
Coeff. of variation	36.4653%	36.55%
Minimum	2629.4	3407.7
Maximum	11617.7	12901.4
Range	8988.3	9493.7
Stnd. skewness	-1.30716	-0.167372
Stnd. kurtosis	-1.05067	-0.827792

Данните и за двата сеитбооборота имат нормално разпределение, което улеснява последващата статистическа обработка.

Направеният двуфакторен дисперсионен анализ доказва значимостта на фактора торене за формиране на добива, като резултатите и при двата сеитбооборота са сходни (таблици 4 и 5).

Таблица 2. Анализ на вариацията при първия сеитбооборот
Table 2. Analysis of Variance for first crop rotation

Source	*Sum of Squares*	*Df*	*Mean Square*	*F-Ratio*	*P-Value*
MAIN EFFECTS					
A:FERTILIZATION	1.49953E8	2	7.49765E7	116.75	0.0000
B:TILLAGE	1.45698E6	1	1.45698E6	2.27	0.1579
INTERACTIONS					
AB	698203.	2	349102.	0.54	0.5943
RESIDUAL	7.70642E6	12	642202.		
TOTAL (CORRECTED)	1.59815E8	17			

Таблица 3. Анализ на вариацията при втория сеитбооборот
Table 3. Analysis of Variance for second crop rotation

Source	*Sum of Squares*	*Df*	*Mean Square*	*F-Ratio*	*P-Value*
MAIN EFFECTS					
A:FERTILIZATION	1.14175E8	2	5.70875E7	41.78	0.0000
B:TILLAGE	1.39896E6	1	1.39896E6	1.02	0.3316
INTERACTIONS					
AB	1.37513E6	2	687566.	0.50	0.6168
RESIDUAL	1.63964E7	12	1.36637E6		
TOTAL (CORRECTED)	1.33346E8	17			

Статистически доказани са разликите при фактора торене - P-Value стойността е по-малка от 0,05 при 95% доверителен интервал. Няма доказани разлики за фактора обработки.

Методът на Фишър идентифицира три хомогенни групи, с доказани разлики в средните при двойките варианти T_0-T_1 и T_0-T_2 при 5% грешка. Статистически доказани са разликите при двойките T_1-T_2 само за втория сеитбооборот.

Плевелите са основен проблем в производствената практика на земеделските производители в района.

Във фаза „5-6 лист” след извършването на междуредовото култивиране и преди пръскане с хербициди се установява, че с механичната борба са унищожени основно едногодишните плевели. Една част от тях, представители на ранно-пролетните и зимнопролетните плевелни групи са приключили вегетативното си развитие. Многогодишните плевели, обаче са останали в по-голямата си част невредими от междуредовата обработка на почвата.

При отчитане във фаза „изметляване” на царевицата, резултатите показват, че в **първо сеитбообращение** и при двете системи на обработка на почвата, заплевеляването с едногодишни видове е по-слабо, като по-малко се срещат видове от групата на ранно-пролетните - Фасулче (*Poligonum convolvulus*). От късно-пролетните преобладават Лобода (*Chenopodium album L.*) Бутрак (*Xanthium pensylvanicum L.*) и обикновен щир (*Amaranthus retroflexus L.*). В тази фаза преобладават основно многогодишни видове от групата на коренищните - Пирей (*Agropyrum repens L.*) и кореновоиздънковите плевели - Паламида (*Cirsium arvense Pers.*), Повитица (*Convolvulus arvensis L.*) и Млечка (*Sonhus arvensis L.*) (таблица 6). Те са едни от най-упоритите за унищожаване плевели и борбата с тях е много трудна. По-голямото количество натрупана свежа биомаса на плевелите може да се обясни с напредване на вегетационния период и с повишаване на температурата и влажността. Всичко това допринася за създаване на благоприятни условия не само за развитието на културните растения, но и за плевелите, които натрупват в този период максимално количество биомаса (табл. 4).

Трябва да отбележим, че във **второто сеитбообращение** и при двете системи на обработка на почвата, заплевеляването с едногодишни плевели е по-голямо в сравнение с първото сеитбообращение и степента на заплевеляване с многогодишни видове остава по-висока, особено в неторените варианти.

Въпреки пръскането с хербициди заплевеляването във фаза „изметляване” на царевицата е смесено и преобладават както едногодишни, така и многогодишни плевели. Най-голямо е количеството на видовете от групата на многогодишните, но извършените междуредови обработки във фаза 5-6 лист на царевицата водят до намаляване на техния брой. Това е съпроводено с бързо напредване в развитието на царевицата.

С напредване на вегетацията на културата настъпва промяна във видовото заплевеляване. При отчитане във фаза „пълна зрелост” се наблюдава, че плевелната плътност намалява в сравнение с предходното отчитане. Плевелните видове от късно-пролетната група продължават да бъдат основни в общата структура на плевелите, но със значително по-малък брой. Основни представители от едногодишните двусемеделни плевели са видовете - Дива бамя (*Hibiscus trionum L.*), Лобода (*Chenopodium album L.*) и Обикновен щир (*Amaranthus retroflexus L.*). От едногодишните житни плевели се срещат основно видовете Кощрява (*Setaria glauca L.,P.B.*) и Кокоше просо (*Echinochloa crus-galli L.*). Многогодишните видове са представени главно от групата на кореново-издънковите плевели - Паламида (*Cirsium arvense Pers.*), Повитица (*Convolvulus arvensis L.*) и млечка (Sonhus arvensis L.), а от коренищните плевели се среща - Пирей (*Agropyrum repens L.*).

Таблица 4. Брой и маса на плевелите на 1 m², царевица - фаза изметляване - **I-во сеитбообращение**, система на обработка O_1

Table 4. Number and mass of weeds per 1 m², maize - sweeping phase - **first crop rotation,** tillage system O1

Групи плевели	Вариант Т0 О1			Вариант Т1 О1			Вариант Т2 О1		
	бр/ m²	свежо т.(g)	сухо т.(g)	бр/ m²	свежо т.(g)	сухо т.(g)	бр/ m²	свежо т.(g)	сухо т.(g)
I. Едногодишни	16	274.04	61.32	8	163.64	22.04	4	28.26	3.36
В т.ч. Житни	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Двусемеделни	16	274.04	61.32	8	163.64	22.04	4	28.26	3.36
1. Ефемери	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Ранно-пролетни	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Късно-пролетни	16	274.04	61.32	8	163.64	22.04	4	28.26	3.36
4. Зимно-проленти	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II. Многогодишни	108	503.15	100.04	96	520.18	103.5	114	843.72	121.92
1. Коренищни	1	1.44	0.28	-	-	-	-	-	-
2.Кореново-издънкови	107	501.71	99.76	96	520.18	103.5	114	843.72	121.92

Резултатите показват, че в първо сеитбообращение и при двете системи на обработка на почвата, заплевеляването с едногодишни видове е по-слабо. Техният брой е по-малък и в неторените варианти, при които е приложено само пръскане с хербициди. Общият брой на едногодишните плевели във вариант T_0O_1 е – 9 бр/m^2 със свежа биомаса 28,02 g, а при вариант T_0O_2 е - 5 бр/m^2 със свежа биомаса 10,8 g. (Таблица 7). Малко по-високи стойности на плевели от тази група са отчетени в торените варианти с приложена по-плитка обработка на почвата (O_2)- T_1O_2 - 43 бр/m^2 със свежа биомаса 144,6 g и суха биомаса 34,82 g. Заплевеляването е предимно с видовете - Дива бамя (*Hibiscus trionum L.*), Кощрява (*Setaria glauca L., P.B.*), Кокоше просо (*Echinochloa crus-galli L.*) и Обикновен щир (*Amaranthus retroflexus* L.). Количеството на многогодишните плевели в първото сеитбообращение и при двете системи на обработка на почвата е по-ниско в сравнение с предходното отчитане.

Резултатите от проведеното изследване на заплевеляването показват, че то е от смесен тип. Преобладаващи са видоветеот групата на късно-пролетните и многогодишните кореново-издънкови плевели.

Таблица 5. Брой и маса на плевелите на 1 m², царевица - фаза „пълна зрелост” - **I-во сеитбообращение**, система на обработка O_1

Table 5. Number and mass of weeds per 1 m², maize - sweeping phase **- first crop rotation,** tillage system O_1

Групи плевели	Вариант T_0 O_1			Вариант T_1 O_1			Вариант T_2 O_1		
	бр/ m²	свежо т.(g)	сухо т.(g)	бр/ m²	свежо т.(g)	сухо т.(g)	бр/ m²	свежо т.(g)	сухо т.(g)
I. Едногодишни	9	28.02	8.8	9	25.06	6.9	18	78.52	20.39
В т.ч. Житни	7	21.16	7.38	-	-	-	4	10.7	1.64
Двусемеделни	2	6.86	1.42	9	25.06	6.9	14	67.82	18.75
1. Ефемери	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Ранно-пролетни	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Късно-пролетни	8	21.64	7.48	9	25.06	6.9	17	54.96	13.77
4. Зимно-проленти	1	6.38	1.32	-	-	-	1	23.56	6.62
II.Многогодишни	37	196.36	89.88	89	330.3	91.69	39	309.54	80.76
1. Коренищни плевели	8	97.12	48.52	6	5.74	2.84	2	10.32	4.8
2.Кореново-издънкови	29	99.24	41.36	83	324.56	88.85	37	299.22	75.96

Заключение

Проведените агротехнически мероприятия влияят в различна степен върху получените добиви и общата продуктивност на царевица.

Приложеното минерално торене е с най-значим принос при формиране на добива от царевица. Установява се, че по-добрият предшественик на царевицата (макар и с не висок %) е пшеницата в сравнение с тритикалето. И при двете изследвани сеитбообращения продуктивността на царевицата е по-висока във вариантите с по-ниските норми на азотни и фосфорни торове при климатичните условия на 2020г. Във вариантите с приложена по-плитка обработка на почвата (O_2) са получени по-големи добиви зърно от царевица, в сравнение с вариантите с по-дълбока оран (O_1).И двата изпитвани фактора – обработка на почвата и торене оказват влияние върху количественото заплевеляване на опитните площи. При прилагане на система с по-интензивна обработка (O_1) се отчита по-слабо заплевеляване с едногодишни и многогодишни плевели в сравнение с варианта с редуцирана обработка (O_2).

Установени са основните представители от различните биологични групи плевели. От едногодишните двусемеделни преобладават видовете - Дива бамя (*Hibiscus trionum L.*), Лобода (*Chenopodium album L.*) и Обикновен щир (*Amaranthus retroflexus L.*)). От едногодишните житни плевели се срещат основно видовете Кощрява (*Setaria glauca L.,P.B.*) и Кокоше просо (*Echinochloa crus-galli L.*). А многогодишните видове са представени главно от групата на кореново-издънковите плевели - Паламида (*Cirsium arvense Pers.*), Повитица (*Convolvulus arvensis L.*) и

млечка (Sonhus arvensis L.), а от коренищните плевели се среща основно - Пирей (*Agropyrum repens L*.).

Торенето осигурява по-добър хранителен режим и допринася за надмощие на царевицата в конкурентната борба.

Литература

Abdipur, M., B. Vaezi. 2014. Analysis of the genotype-by-environment interaction of winter barley tested in the rainfed regions of Iran by AMMI adjustment, *Bulgarian Journal of Agricultural Science, 20:21-27*

Basa Ad., V. ION, M. Dumbra, G. Temocico, L. Epure, S. Dimitri. 2016. Grain yield components at mize under different preceding crops and nitrogen fertilization conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia 10 (2016) 104 – 111*

Dimitrov, I., D. Nikolova, S. Stratieva, M. Borisova. 2011.Investigation of new agro-technical solutions for maintaining the fertility of eutricverstisols. *Proceedings of International Conference „100 Years Soil Science in Bulgaria“, t.2, 514-518.*

Dimitrov, D. 1986. Effect of irrigation,mineral fertilization andthe number of plants per unit area on the productivity of self-pollinated lines of maize. In: Jubilee Collection "100 Years of Agricultural Education, 120 Years of Experience in Bulgaria", Zemizdat, Sofia, 160-165.*(bg)*

Gerganov, G. 2009. Practical and economical problems under the realization of agroecological activities in plant production. Almanac (Scientific Studies), 65p. *(bg)*

Kinoshita, R., Schindelbeck, R., & van Es, H. M. 2017. Quantitative soil profile-scale assessment of the sustainability of long-term maize residue and tillage management. *Soil and Tillage Research, 174, 34-44.*

Kiriakov, K.&Giurova, M.1969. Maize. In: Soil-climatic districting of the main arable crops. BAS, Sofia, 94-100.*(bg)*

Koteva, V, S.Kostadinova, J. Popova. 2014. Effectiveness of mineral fertilization of maize for grain, grown on Leached smolnitza in Southeastern Bulgaria in years with favorable and risky weather conditions. KNOWLEDGE OF AGROCHEMISTRY AND ECOLOGY, YEAR 2015 XLVIII, No. 2, p. 34-42, Sofia (bg).

Marijanovic, M., A. Markulj, M. Tkalec, A. Jozic, V. Kovacevic. 2010.Impact of Precipitation and Temperature on Wheat (Triticum Aestivum L). *Yields in Eastern Croatia, Acta Agriculturae Serbica, XV (30):117-123.*

Mitova, T., I. Gerassimova. 2018. Agrotechnical and environmental assessment of weeding in phytocenosis of crops in biological crop rotation. Field studies agrochemistry and ecology, 52, 2/;p.33-42. (bg)

Nenov, M., I. Dimitrov, V. Lozanova, I. Gerassimova, N. Traikov. 2020. Optimization of agrotechnical units in grain production technologies in Sofia region. Field studies agrochemistry and ecology, 54, 3;.page 28-40. (bg)

Pencheva A. 2018. Analysis of some quantitative traits of local maize populations. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 2018, 55(5)*, c16-21.(bg)*

Situational-promising analysis of maize and sunflower. Supply and consumption in the 2018/19 marketing year and prospects for harvest, 2019).

Tsenov, N, D. Atanasova, T. Gubatov. 2011. Genotype x environment interactions in grain yield of winter bread wheat grown in Bulgaria, In: Veitz, O. (Ed.) “Climate Change: Challenges and opportunities in Agriculture”, *Proc. AGRISAFE final Conference, Budapest, Hungary,* 356-359*.*

Tsenov, N., D. Atanasova. 2013. Influence of environments on the amount and stability of grain yield in modern winter wheat cultivars I. Interaction and degree of variability*, Agricultural science and technology, 5 (2):*153-159.

Weill, A. N., Mehuys, G. R. and McKyes, E. 1990. Effect of tillage reduction and fertilizer type on soil properties during corn (Zea mays L.) production. *Soil and Tillage Research, 1-2, 63-76*

Zarkov, B. 2001. Effects of weather conditions on the yield of maize grain grown under non-ipolive conditions. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 38(5-6), 208-212. (bg)

АНТРОПОГЕННАТА ДЕЙНОСТ КАТО ФАКТОР ЗА ПРОЯВА НА ПОЧВЕНА ЕРОЗИЯ

Августа Степчич[1], Мустафа Хасанов[2]

ИПАЗР „Н. Пушкаров“[1], ССА, Университет Вагенинген[2], Холандия
astepchich@yahoo.com

Резюме

Съществува връзка между човешката дейност и почвите и тяхното функциониране. Нарастващия брой на населението изисква по-високи добиви от отглежданите култури за задоволяване както на лични, така и на агро-промишлени нужди. По данни от аграрния доклад за 2021 г. площта със селскостопанско значение е 5 222 925 ha (47 % от територията на страната). Въпреки, че докладът редовно се обновява има малко данни за влиянието на човека върху проявата на ерозия. В комбинация с екстремните метеорологични явления, свързани с експлоатация на природни ресурси и човешка намеса, ерозията и деградацията на почвата представляват основна заплаха за производството на селскостопански хранителни продукти. Например използването на големи незащитени полета води до увеличаване на риска от ветрова ерозия, а изсичането на горите и преобразуването им в селскостопански земи може да причини наводнения и силни ветрове. Целта на разработката е да се разгледат основните дейности на човека, водещи до проява на ерозия (изсичане на горите, обработки на почвата, стопанисване на земите и други). Нашето изследване предполага, че по-подходящи механизми за управление на земята ще спомогнат за намаляване на ерозията на почвата в дългосрочен план.

Ключови думи: почвена ерозия, антропогенна дейност, опазване на околната среда

HUMAN ACTIVITY AS A FACTOR FOR SOIL EROSION

[1]Avgusta Stepchich*, [2]Mustafa Hasanov,

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy[1], Wageningen University & Research, Holand[2]
astepchich@yahoo.com

Abstract

There is a correlation between increasing human activity, soils and their functioning. Population growth requires higher crop yields to meet both personal and agricultural-food industry demands. According to the 2021 Bulgarian Agricultural Report 5 222 925 ha (47 % of the territory of the country) are categorized as areas of agricultural importance. Although the report is occasionally updated there is little knowledge about the extent of erosion as a result of human intervention. Combined with extreme weather events linked to exploitation of natural resources and human intervention, soil erosion and degradation represents a major threat to the agro-food production supply chain. For example, the exploration of large fields leads to increased wind erosion, and the felling of forests can cause flooding and strong winds. The purpose of this paper is to examine the main activities of man leading to the manifestation of erosion (deforestation, soil tillage, land management, etc.). Our study suggests that more appropriate land management mechanisms will help reduce soil erosion in the long term.

Key words: soil erosion, human activity, environmental protection

Въведение

Населението е един от водещите фактори, когато се говори за промяна в природната среда. Човешката дейност има пряко въздействие върху процесите. Нарастващите нужди от хранителни и промишлени суровини налагат по-активното използване на природни ресурси. Основните дейности, които водят до деградиране на почвите са: усвояване на земите, интензивност на земеползването, изоставяне на земите, изсичане на горите и други. Според Препоръки на Комисията относно стратегическия план по ОСП на България SDW (2020), България е една от държавите членки в Европейския Съюз, при които се наблюдава най-голяма загуба на земя с висока природна стойност поради интензификацията на селското стопанство. Според Хосе Луис Рубио, председател на Европейското общество за опазване на почвата „Почвата е решаващата връзка между глобалните екологични проблеми като изменение на климата, управление на водите и загуба на биоразнообразието“. Почвата е най-застрашения ресурс от определени човешки дейности (Европейска комисия, 2007).

Докато в световен мащаб се очаква населението да расте, в България намаляващото население е един от основните фактори за изоставянето на земите. Друг проблем на селскостопанския сектор е застаряващото население и липсата на работна ръка. В последните години се наблюдава окрупняване на земите с цел по-лесна обработка. По-големите площи са предпоставка за проявата на водна и ветрова ерозия на почвите. Липсата на противоерозионни мероприятия е причина за загуба на плодородна почва. В някои случаи увеличаването на земеделските земи е свързано с изсичане на горите. Глобалната оценка на горските ресурси на ФАО за 2010 г. показа, че нетната загуба на световните гори е 7,3 милиона хектара (18 милиона акра) на година. През последните двадесет години поглъщането на парникови газове от горските територии компенсира между 10,7%-18,9% от общите емисии на парникови газове в България (Национална стратегия за развитие на горския сектор в Република България за периода 2013 -2020 г.). Намаляването на горския фонд позволява проява на ерозионни процеси и като резултат от тези процеси, намаляване на продуктивността на почвите.

Тази разработка е резултат от фактът, че почвите са от решаващо значение за живота и благосъстоянието на човека. Почвите по целия свят, обаче са застрашени от човешката дейност. Тази разработка цели да обсъди значението на почвата, връзката между хората и почвата и влиянието на атропогенната дейност като фактор за поява на почвената ерозия.

Значението на почвите за населението

Почвата е сложна, многофазна, жива система, която осигурява живота на земята. Пенин и Желев (2015) казват, че проявата на антропогенизация е свързана с въздействието върху почвената покривка. Въздействието от антропогенна дейност предизвиква проявата на различни деградационни процеси, които силно влошават функциите на почвите, влияят негативно върху плодородието и продуктивните им възможности (Национална програма за опазване, устойчиво ползване и възстановяване функциите на почвите (2020-2030)). Почвите са неизменна част от човешкото съществуване. Обработката им датира още от античността. Някой учени предлагат да се въведе нова геоложка епоха свързана с нарастващата сила и въздействие на човешкото влияние върху земните системи – антропоцен. Докато научните изследвания, позоваващи се на тази нова епоха и почвознанието са оскъдни, съществуват мнения, че нарастващото човешко влияние е от съществено значение за почвообразуването.

Индустриалната революция води до засилване на човешкото влияние върху климата. Навлизането в употреба на различни машини увеличава натиска върху природната среда. В началото на 19 век производителността в селското стопанство

се е повишила над 5 пъти в сравнение с предходните 100 години (Гаврилов, 2011). Новите технологии позволяват обработването на земите по-бързо и в по-кратък срок от време и наблюдение на дейностите и културите с цел подобряване и увеличаване на получената продукция. В същото време се обръща внимание на вредите, които се причиняват от честите обработки. Правилното използване на машините е от значение при опазването на почвите.

Използването на тежка селскостопанска техника е причина за уплътняване, разпрашаване, дори до загуба на плодородна почва. Това налага през последните години да се обръща внимание на нулевите обработки на почвата. Тяхната същност се изразява в това, че с едно минаване на обработваемата земя се прилагат две или три дейности (сеитба със сеялки, снабдени с органи за внасяне на торове и хербициди и прибиране на реколтата и поливане).

Основни дейности на човека водещи до промяна в природната среда

Антропогенните фактори са групата от човешки въздействия върху отделни природни компоненти и природни комплекси (Иванов, 2016). Той ги дели на две групи: преки и косвени. Към косвените отнася промените в ландшафта – изсичане на горите, разораване на земи и др. Част от тези дейности са свързани с климатични промени, като обезлесяване, намаляване на биологично разнообразие, използването на модерни техники за обработка на почвата и други. Екосистемите и почвите абсорбират въглерод и ни помагат да ограничим последиците от изменението на климата (Наръчник за застъпничество за опазване на природата). Почвите и водите имат важна роля като предоставят чиста вода и осигуряват прехранването на населението. Промяна във функциите им може да доведе до проява на почвена ерозия, която от своя страна причинява редица проблеми както на мястото на проява, така и извън него. На мястото на проявление се наблюдават следните последици: загуба на органично вещество, деградация на почвата, загуба на почвена покривка, изкореняване на растенията и други. Човешкият фактор при поява на ерозия е свързан с начин на обработка на почвата, видът на засяваните култури, начин на стопанисване на земите. Честите обработки водят до разрушаване на структурата или до уплътняването ѝ като по този начин я правят по-лесно податлива на ерозия.

Обезлесяването е една от най-честите причини за проява на ерозия. Дървесния фонд е основен източник на кислород за нашата планета. Горите осигуряват местообитания на редица растителни и животински видове. Те имат голямо значение за съхранението на водни запаси и за намаляване на наводненията. Отсичането на горите води до загуба на част от биоразнообразието. Те служат както за местообитание на различни животински видове, така и за защита на някои растителни видове. С цел намаляване на вредите нанесени от ерозията са създадени полезащитни пояси. Те са важни за намаляването на ветровата ерозия на почвата. Силните ветрове причиняват щети на селскостопанските култури и отнасят част от повърхностния плодороден хоризонт. По този начин намаляват плодородието на почвите и добивите от културите.

Антропогенна дейност като фактор за проява на почвена ерозия

Съществуват различни дейности на човека, които причиняват промяна във функциите на почвите и водят до проява на почвена ерозия. Като едни от най-важните може да се приемат обезлесяването, интензивната обработка на почвите и занемаряването на селскостопански площи. Обезлесяването е процес на изсичане на гори или отделни дървесни видове. Дърветата имат важна функция както за природата, така и за човека. Те произвеждат кислород и предоставят местообитание на различни растителни и животински видове. През последните години са регистрирани два пъти повече внезапни наводнения със среден до голям мащаб, отколкото в края на осемдесетте години на XX век. Обезлесяването е част от причините за проява на наводнения. Короните на дърветата намаляват силата на

дъждовните капки, а кореновата система задържа почвата. Липсата на растителна покривка е една от основните причини за проява на ерозия (водна или ветрова). Растенията защитават почвата, която от своя страна има важна роля за човека.

Друга важна дейност на човека, водеща до промяна на природната среда е обработката на почвата. Съвременното земеделие се характеризира с използването на големи машини за обработка. Променящите се условия и увеличеното търсене на произвежданата продукция налагат непрекъснатото развитие на използваните технически средства. Обработката на почвата подобрява физичните, водните и въздушни свойства. Тя е важна за получаването на по-голямо количество от отглежданата продукция.



Начинът на обработка може да е определящ за проява на почвена ерозия. при наклонени терени напречната обработка на почвата може да намали количеството отнесена почва от водна ерозия. както споменахме по-горе честата обработка води до разпрашаване на почвените частици и създава предпоставка за проява на ветрова ерозия.

Състоянието на земеделските земи е от изключително значение за получаване на високи добиви и за опазване на почвения ресурс. За запазване на свойствата на почвите се прилагат различни техники. Прилагането на минимални обработки на почвата е важно за запазването на нейните характеристики. Честата обработка е причина за проява на уплътняване и разпрашаване, а от там и за водна и ветрова ерозия. Минималните обработки позволяват извършването на няколко дейности (сеитба със сеялки, снабдени с органи за внасяне на торове и хербициди и прибиране на реколтата и поливане).

Важен фактор за състоянието на обработваемите земи е състоянието на населението, занимаващо се със селскостопанска дейност. В нашата страна то намалява. Липсата на заетост в земеделието е ключова за използването на територията. Намаляването на заетостта в дългосрочен план се очаква да бъде провокирано от застаряването на работната сила в земеделието (Маламова, 2013). Застаряването на населението е една от причините за запустяването на земите в селата. Нарастването на градовете е причина младото население да се измести предимно в тях. По данни на Министерството на земеделието за 2020 г. необработваемата земя е 180 651 ha. Част от изоставените земи се възстановяват с времето и позволяват формирането на нови растителни съобщества. Често пъти изоставените земи биват използвани с друго предназначение. За някои селски общности изоставянето на земята е от първостепенно значение, особено в отдалечените региони, където местната икономика до голяма степен разчита на селскостопанските дейности, често на малки стопанства с ограничена селскостопанска продукция. Когато земята остане необработвана, растителността (включително горите) ще порасне и ще превземе изоставената зона. Въпреки това, след векове на интензивно управление на земята, като паша на овце или кози, естественото възстановяване често води до екосистеми с по-малко видове.

Заключение

От направеното проучване може да се изведат няколко важни извода за въздействието на човека върху състоянието на почвената покривка. Човешката намеса в естествените процеси води до влошаване на състоянието на почвите и техните функции. Голяма част от селскостопанските земи са подложени в по-голямаили по-малка степен на ерозия на почвата. Загубите от ерозия, които се нанасят на земеделието са големи и за ограничаването ѝ са необходими подходящи мерки. Отсичането на горите и превръщането им в обработваема земя влияе върху естествената способност на почвата да издържа на въздействието на водна и ветрова ерозия.

Площта със селскостопанско предназначение през 2019 г. е 5 222 925 ha, което представлява около 47% от територията на страната. Нарастването на населението е определящо за развитието на земеделието. Увеличаването на произвежданата продукция е предпоставка за увеличаване на натиска върху земеделските земи. По-големите количества, необходими за изхранването населението са причина за усвояване на нови площи за земеделски цели, а това от своя страна е причина за намаляване на площите с естествени растителни съобщества.

Други фактори влияещи върху проявата на почвена ерозия са липса на растителна покривка, уплътняване на почвите в резултат от чести обработки, занемаряване на полезащитните пояси, неправилно обработване на земите. Използването на тежка механизация води до редица промени в почвите.

Въпреки негативното въздействие на човека в последните години заетите в селскостопанския сектор започнаха да обръщат все по-голямо внимание на процесите, протичащи в почвата. Прилагат се различни мероприятия свързани с опазване на почвения ресурс и естествените растителни съобщества. Налагат се нови технологии за обработка на почвата, с цел намаляване на натиска от използваната тежкотоварна селскостопанска техника. Възстановяват се полезащитни пояси.

Литература

Гаврилов, Б. История на новото време. 2011. София, Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, ISBN 978-95407-3081-3. с. 343.

Иванов, Д. Ж. Съвременни ландшафти и антропогенизация в басейна на река Сазлийка. 2016. Автореферат за присъждане на научна и образователна степен „Доктор“, София .

Маламова, Н. 2013. Факторни влияния върху земеделската заетост в България преди началото на новия програмен период 2014-2020 г. Икономика и управление на селскотостопанство, 58, 4.

Пенин, Р., Д. Желев. 2015. Геохимични проучвания на азонални ландшафти в Старозагорското поле, възникнали вследствие на антропогенна дейност в античността. Проблеми на географията. 1-2. София.

БАНСИК 2020. Окончателни резултати за заетостта и използването на територията на България през 2020 г. Министерство на земеделието, храните и горите, №381-октомври 2020.

Европейска комисия: European Commission, 2007. http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/soil.pdf

Европейска комисия: Работен документ на службите на комисията. 2020 Препоръки на Комисията относно стратегическия план по ОСП на България SDW 369final.https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/bg-swd2020_369-other-swp_bg.pdf

Национална програма за опазване, устойчиво ползване и възстановяване функциите на почвите 2020-2030. 2020.

http://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/УООП/Почви/Национална програма.pdf.

Земя и почва в Европа — Вечно разпростиращ се градски бетон?. 2021. Сигнали 2019 г., ЕАОС -- Земя и почва в Европа.

Amundson R., J. Hans. 1991. The place of humans in the state factor theory of ecosystems and their soils. Soil Science. 151(1), 99-109.

Castree N. 2020. The Anthropocene: a primer for geographers. Geography, volume 100, Issue 2, p. 66-75.

Zhelev D. 2020. Human impact as a trigger for richer biodiversity: the case of the Sazliyka river catchment in South Bulgaria. International Scientific Conference Geobalcanica. p. 69-73.

РЕЗУЛТАТИ ОТ ТОРЕНЕТО НА ПШЕНИЦА С АЗОТЕН, ФОСФОРЕН, КАЛИЕВ И СИЛИЦИЕВ ТОР ПРИ ПОЛСКИ ОПИТ НА АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА

Ваня Лозанова, Цецка Симеонова, Мая Бенкова, Люба Ненова, Илияна Герасимова, Здравка Петкова, Ана Кацарова, Мартин Ненов, Ирена Атанасова, Маргарита Николова, Милена Харизанова, Александър Садовски

ИПАЗР “Н. Пушкаров“, Селскостопанска Академия
vancheto_198@abv.bg

Резюме

Основна цел на изследването е определяне влиянието на главните макроелементи: азот (N), фосфор (P), калий (K) и силиций (Si) върху развитието на пшеницата и оптималните им стойности в условията на полски опит върху алувиално-ливадна почва на опитното поле в Цалапица, окръг Пловдив. Вариантите на торене са разпределени в 6 хомогенни класа. Всички торени варианти попадат в хомогенен клас В и са доказано различни спрямо контролата. Резултатите показват, че ефект върху добива оказват елементът калий и взаимодействието фосфор-калий, докато азотът и силицият практически не влияят съществено.

Ключови думи: азотни, фосфорни, калиеви и силициеви торове, полски опит, пшеница, алувиално-ливадна почва

RESULTS FROM FERTILIZATION OF WHEAT WITH NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM AND SILICON FERTILIZER IN FIELD EXPERIMENT ON ALUVIAL-MEADOW SOIL

Vanya Lozanova, Tsetska Simeonova, Maya Benkova, Lyuba Nenova, Iliana Gerasimova, Zdravka Petkova, Ana Katsarova, Martin Nenov, Irena Atanassova, Margarita Nikolova, Milena Harizanova, Alexander Sadovski

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
vancheto_198@abv.bg

Summary

The main objective of the study is to determine the influence of the main macro-elements: nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and silicon (Si) on the development of wheat and their optimal values in the conditions of field experiment on Alluvial-meadow soil on the Experimental field in Calapica, Plovdiv district. Fertilization variants are divided into 6 homogeneous classes. All fertilizer variants fall into homogeneous class B and are significant different from the control. The results show that the yield is influenced by the element potassium and the phosphorus-potassium interaction, while nitrogen and silicon have practically no significant effect.

Key words: nitrogen, phosphorus, potassium and silicon fertilizers, field experiment, wheat, Aluvial-meadow soil

Въведение

Производството на пшеница през 2019 г. спрямо 2018 г. е по-високо с 5,7% и е около 6 162 хил. тона. Увеличението се дължи на относително благоприятните климатични условия в процеса на развитие на културата, довели до повишаване на средния добив (с 6,8%). А всъщност засетите с пшеница площи през 2019 г. са с 1,3% по-малко на годишна база - 1 201 678 ha (Agrarian Report, 2020). Реколтата от пшеница в България се увеличава с над 50% през сегашната 2021 година спрямо 2020-а, преминавайки границата от 7.1 млн. тона продукция. Това е най-доброто ниво за последните пет години. Зърнената реколта в страната е на петгодишен връх, а цените растат (Vateva, 2021.)

През последните години пшеницата има голямо разпространение и висок темп на нарастване на производството, обусловено от хранителната стойност и вкусовите качества на получаваните брашно и съответните изделия от него (Cheleev et al, 1985; Lukipidis, 2005). Земеделието ни се характеризира с дълъг процес на преструктуриране, целящо постигане на високо ефективно и екологично управление на почвите и обезпечаване продоволствената сигурност на населението. Този процес се подпомага от правилата и изискванията на схемите за директни плащания и преходна национална помощ, обвързани със спазването на поетите ангажименти за прилагане на добри земеделски практики. Така по данни от анкета на отдел Агростатистика, през 2019 г. отглеждане на пшеница след пшеница има само върху 7,5% от площите, при 6,4% през 2018 г. Върху около 91,7% от площите с пшеница реколта 2019, е извършен добър сеитбооборот. След окопни култури са засети 67,8% от площите, докато през предходната година - върху 70,4%. Друг добър показател е, че в сеитбооборота на пшеница през 2019 година са включени и 2% угари.

Управлението в селското стопанство е управление на човешката дейност не само за опазване и подобряване на природната среда, но и за развитие на ефективно производство. Осъществяването на тази цел е пряко свързано с осигуряване на оптимален хранителен режим на селскостопанските култури. Тук е ролята на агрохимията и торенето. То трябва да бъде съобразено с необходимостта от запазване на създалото се в течение на почвообразувателния процес екологично равновесие на почвата и да е в съответствие с физиологичните нужди на културата през различните фази от нейното развитие. Това ще се постигне с добре обоснованото оптимизирано торене.

В литературата има натрупани данни за количество, качество и компоненти на зърнения добив; растеж, развитие и параметри на посевите; реутилизация на елементите въглерод, азот и фосфор; ефективност на използване на азота от промишлените минерални торове. Има изследвания, даващи подробна характеристика на много проучвани сортове пшеница, описани в публикациите (Vasileva and Ur, 2014; Bocharnikova, 2012; Uhr et al., 2021, Davies, et al. 2020, Valeva & Stamenov, 2017). Ефективността на внесените с торенето основни хранителни вещества зависи не само от количеството на отделните елементи, но и от комплексното взаимодействие между тях. Силицият е широко разпространен в почвите, но употребата му като торово средство е слабо в нашата страна. Използването му може да допринесе за увеличаване количеството и качеството на добивите, а също и за повишаване устойчивостта на пшеницата към неблагоприятни климатични условия, болести и неприятели (Bocharnikova, 2012).

Чрез настоящото изследване се цели да се определи влиянието на главните макроелементи: азот (N), фосфор (P), калий (K) и силиций (Si) върху развитието на пшеницата и оптималните им стойности в условията на полски опит върху Алувиално-ливадна почва на опитното поле в Цалапица, област Пловдив.

Материали и методи

На 17.11.2020 г. е заложен полски торов опит с пшеница, сорт „Садово 1”, в опитната станция на ИПАЗР „Н. Пушкаров” в Цалапица, област Пловдив. Внесените количества минерални торове с основната обработка на почвата са троен суперфосфат (46% P), калиев сулфат (45% K) и диатомична пръст (92% SiO_2), а също и 1/3 от нормата амониева селитра (34% N). Нормите на торене са представени в таблица 1. На 8.03.2021 г. е осъществено пролетно подхранване на пшеницата с останалото количество (2/3 от нормата) амониева селитра. Опитът включва 8 варианта на торене и един контролен вариант в 3 повторения (Таблица 1).

Таблица 1. Количество активно вещество в kg/ha.
Table 1. Active substance in kg / ha

Вариант	Фактори			
№	N	P	K	Si
1	100	80	60	14
2	200	80	60	28
3	100	160	60	28
4	200	160	60	14
5	100	80	120	14
6	200	80	120	28
7	100	160	120	28
8	200	160	120	14
9	0	0	0	0

Почвата е Алувиално-ливадна, според класификацията на почвите в България (Koinov, 1987) се определя като Eutric Fluvisol - FLeu (FAO, 2015) и се характеризира с ниско съдържание на общ азот и органично вещество, със слабо кисела до неутрална реакция в повърхностния почвен слой, с нисък сорбционен капацитет в орницата и средни стойности в подорния слой (Koleva et al., 2001). Анализите са направени по следните методи: Хумус - чрез окисляване при загряване по Тюрин (Kononova, 1963); pH- потенциометрично в H_2O и KCl (Arinushkina, 1962); мин. N - метод на Бремнер и Киней (Bremner,1965a; Bremner,1965b); подвижни форми на фосфор и калий (P_2O_5 и K_2O) - по ацетатно-лактатния метод на П. Иванов (Ivanov, 1986).

Агрохимичната характеристика на почвата преди залагане на опита е представена в Таблица 2.

Таблица 2. Агрохимична характеристика на Алувиално-ливадна почва от опитно поле в Цалапица
Table 2. Agrochemical characteristics of Alluvial-meadow soil from an experimental field in Tsalapitsa

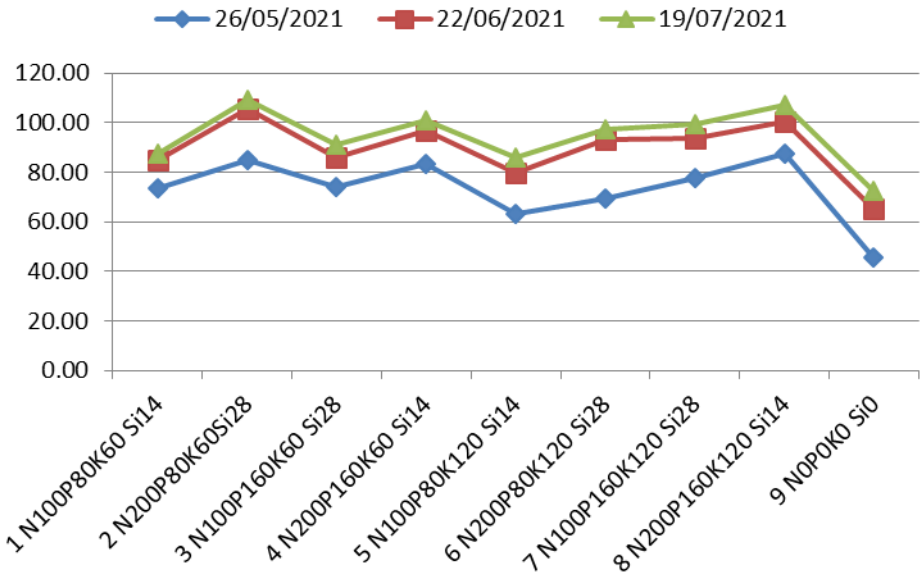
Обект	pH		∑ N-NH_4+NO_3	Общ N	P_2O_5	K_2O	Хумус
	H_2O	KCl	mg/kg	%	mg/100g		%
0-30 см	7,4	6,8	11,52	0,056	8,09	14,35	1,16
30-60см	7,3	6,4	16,70	0,061	5,91	15,35	1,20

Данните за височина на растенията в см на 175, 215 и добив на 241-ия ден от началото на опита са представени на Таблица 3 и Фигура 1. Те са анализирани по метода на дисперсионния анализ (Statgraphics, 2018), следвайки посочената

процедура (Sadovski, 2021). За установяване на разликите между изследваните варианти е използван тест на Tukey и най-малките доказани разлики (LSD) – съответно при 0,05 (5%) и 0,01 (1%).

Резултати и обсъждане

Проведените фенологични наблюдения по време на вегетацията на пшеницата и получените експериментални данни за височина на растенията и добивите от зърно при прибиране на опита са представени в таблица 3. Към 11.05.2021 г., когато е първият срок за измерване на височината на растенията, са отчетени доста високи различия между отделните варианти. От еднофакторния дисперсионен анализ (One-way Anova) се установява доказано различие между вариантите при ниво на достоверност p ≤ 0,05 и разпределението им в 6 хомогенни класа – **a, b, c, d**, **e** и **f** (Таблица 3) в срок 175 дни. Доказано различни по между си са вариантите, които са в отделни хомогенни класове (LSD = 10,32 при ниво на достоверност 95%). С най-ниски стойности на височината на растенията са вариантите В9 (контрола) - 38,5 cm, формиращ хомогенна група **a**. Сходни резултати за развитие на пшеницата и добивите от неторени опитни парцели посочват и други автори (Tsenov et al, 2011, Tsenov, N.& D. Atanasova, 2013, Nenov et al, 2020). С най-високи данни се отличава вариант В8 – 105 cm, попадащ в хомогенен клас **e**. Това е вариантът с внесена висока норма азот (N_{200}) и високи норми на P_{160} и K_{120} и ниската норма на Si_{14} в опита. Доказано различни от останалите са и растенията във вариант 5 ($N_{100}P_{80}K_{120}Si_{14}$), формиращи хомогенна група **b** – 85 cm. Всички останали варианти (В1, В2, В3, В6 и В7) са в междинни хомогенни класове **cde**, **de**, **bc**, **bcd** и **bcde**, и различията между тях не са доказани статистически (Фигура 1).



Фигура 1. Височина (cm) на пшеничните растения, сорт „Садово 1” в полски опит с Алувиално-ливадна почва, Цалапица, 2020/2021 .

Figure 1. Plant’s height (cm) during the vegetation of Wheat, sort “Sadovo 1” in field experiment with Alluvial-meadow soil, Tsalapitsa, 2020/2021.

В следващия срок 215 дни от началото на опита се установяват някои сходни закономерности – общо 5 хомогенни групи. Доказано различни по между си са вариантите, които са в отделни хомогенни класове, които в този срок са 4 на брой (LSD = 8,96). Това са контролният вариант – група **a**, с най-ниските величини - 59 cm

и вариант В1- група **b**- 97 cm. Вариантите В4 и В7 с осреднена височина на растенията съответно 110,6 и 111,1 формират хомогенна група **d**. Останалите 5 варианта (В2 и В3, В5 и В8, В6) попадат в 3 междинни групи,съответно **bcd**, **cd** и **bc**. Отчетливо се вижда и от Фигура 1, че разликата във височините на растенията между вариантите в този срок намалява. Тази тенденция на намаляване на различията се потвърждава и от данните за добивите от зърно при прибиране на опита – 07.07.2021 г. (Таблица 3).

Таблица 3. Ефект на торенето върху височината и добива на пшеница, сорт „Садово 1“ по време на вегетацията в експериментална станция Цалапица, 2020/2021

Table 3. Effect of fertilization on the height and yield of wheat, sort "Sadovo 1" during the vegetation in the experimental station Tsalapitsa, 2020/2021

Варианти	**Височ. раст., cm**		**Добив, kg/ha**	**Увел. на Добива, %**
	11.05.2021	**22.06.2021**	**07.07.2021**	
1 $N_{100}P_{80}K_{60}Si_{14}$	97.5 cde	97.0 b	6688.79 b	64.55
2 $N_{200}P_{80}K_{60}Si_{28}$	102.5 de	103.3 bcd	7150.47 b	66.84
3 $N_{100}P_{160}K_{60}Si_{28}$	90.0 bc	105.3 bcd	7367.13 b	67.82
4 $N_{200}P_{160}K_{60}Si_{14}$	105.0 e	110.6 d	6865.16 b	65.47
5 $N_{100}P_{80}K_{120}Si_{14}$	85.0 b	106.8 cd	6392.98 b	62.91
6 $N_{200}P_{80}K_{120}Si_{28}$	92.5 bcd	99.9 bc	5374.3 ab	55.89
7 $N_{100}P_{160}K_{120}Si_{28}$	95.0 bcde	111.1 d	8157.09 b	70.94
8 $N_{200}P_{160}K_{120}Si_{14}$	105.0 e	108.3 cd	7566.82 b	68.67
9 $N_0P_0K_0Si_0$	35.0 a	59.0 a	2370.85 a	
Average	**89.72**	**100.14**	**6437.06**	
Std. dev.	**21.25**	**18.05**	**1941.02**	
Std. error	**3.22**	**3.19**	**972.0**	
LSD ≥ 95%	**10.32**	**8.96**	**3109.6**	

В последния срок - 241 дни данните за добив зърно от пшеницата формират само 3 хомогенни класа с LSD = 3109,6 между отделните варианти при ниво на достоверност 95%. Най-ниски очаквано са добивите в контролния вариант - В9 – хомогенна група **a** и те са доказано различни от всички останали варианти с изключение на В6, попадащ в междинна група **ав** достоверност 95%. Най-ниски очаквано са добивите

в контролния вариант - В9 –хомогенна група **a** и те са доказано различни от всички останали варианти с изключение на В6, попадащ в междинна група **ав**.

Установените закономерности от статистическата обработка на данните за височина на растенията през периода на вегетацията на пшеницата слабо корелират с данните за добив от зърно в зависимост от вариантите на торене.

Проведен е регресионен анализ на данните за добива от пшеница. Използван е следният линеен модел, който включва четирите макроелементи и три двуфакторни взаимодействия. Резултатите от анализа са представени в Таблица 4.

$$Y = b_0 + b_1N + b_2P + b_3K + b_4Si + b_5NP + b_6PK + b_7KSi$$

Таблица 4. Регресионен анализ на добива от пшеница.
Table 4. Regression analysis of wheat yield

Coef.	b	st. err.	t	p
b 0	434.870	75.7483	5.7410	0.0002
b1 N	6.355	10.1627	0.6253	0.5458
b2 P	2.945	17.8042	0.1654	0.8719
b3 K	45.059	23.7389	1.8981	0.0869
b4 Si	-133.103	101.7380	-1.3083	0.2200
b5 NP	0.577	1.1513	0.5008	0.6274
b6 PK	-3.098	1.5351	-2.0184	0.0712
b7 KSi	8.230	6.5791	1.2510	0.2394

От резултатите се вижда, че съществен ефект върху добива имат елементът калий (K) и взаимодействието фосфор-калий (PK), докато азотът и силицият практически не оказват съществено влияние върху добива.

Заключение

В резултат от проведения полски торов опит в Цалапица, окръг Пловдив на Алувиално-ливадна почва с тест-култура пшеница, сорт „Садово 1” и осъществения статистически анализ на получените данни за височина на растенията в срок 175 и 195 дни и за добиви от зърно в срок 241 дни от началото на опита са установени следните закономерности:

Разпределението на вариантите по височина на растенията в срок 175 дни е в 6 хомогенни класа, с напредване на вегетацията различията между отделните варианти намаляват. Така в срок 195 дни има 5 хомогенни класа, а при прибирането на пшеницата на 241 ден – само 3. Най-ниски са добивите в контролния вариант - В9 – хомогенна група **а** и те са доказано различни от всички останали варианти, като най-високият добив е получен във **В7** (**$N_{100}P_{160}K_{120}Si_{28}$**), следван от В3 ($N_{100}P_{160}K_{60}Si_{28}$) и В4 ($N_{200}P_{160}K_{60}Si_{14}$). Всички торени варианти попадат в хомогенен клас **b** и са доказано различни спрямо контролата. Има само 1 междинна група **ав**, в която попада В6 ($N_{200}P_{80}K_{120}Si_{28}$). Резултатите показват, че ефект върху добива оказват елементът калий и взаимодействието фосфор-калий, докато азотът и силицият практически не влияят съществено.

Благодарност

Публикацията е резултат от работата по Проект КП-06-Н 36/15 от 17.12.2019 г., финансиран от Фонд Научни Изследвания.

Reference

Arinushkina, E. V. 1962. Guide for chemical analysis of soils. Moscow State University Press, Moscow, 490 (in Rus.).

Aristarkhov, A.N. 2000. Optimization of plant nutrition and application of fertilizers in agroecosystems Pod. ed. V.G., Mineeva. M., CINAO, 524 (in Rus.).

Bezuglov, V.G. & Gogmachadze G. D. 2008. Application of fertilisers in agriculture. AgroEcoInfo of the Russian Federation, (in Rus.). http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2008 /2/st_18.doc.

Bocharnikova, E.A. 2012. Influence of plant associations on the silicon cycle in the soil-plant system. Applied Ecology and Environmental Research, *10(4),* 547-560.

Bremner, J. M. 1965b. Inorganic forms of nitrogen. In: Black C. A. et al.(eds.). Methods of soil analysis, *part 2,* Agronomy Monograph *No. 9,* ASA and SSSA, Madison, 1179-1237.

Bremner, J. M. 1965a. Organic nitrogen in soils. *Agron*. , *10*, 93-149. 13.

Davies, B., Coulter, J.A.& Pagliari, P.H. 2020. Timing and rate of nitrogen fertilization influence maize yield and nitrogen use efficiency. *PLoS ONE , 15(5),* e0233674. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233674

Cheleev, D. Et al. 1985. Yield and quality of gluten from Bulgarian sorts winter wheat. BAN, Journal Physiology of plant, t. 7

FAO 2015. World Reference Base for Soil Resources, 2014. FAO, Rome. 203. http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf

FAOSTAT Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online: http://www.fao.org/faostat/en/#home

Ivanov, P. 1984. New acetate-lactate method for determination of available forms of P and K in soil. *Soil Science and Agrochemistry*, *19 (4),* 88-98 (in Bulg).

Koinov, V. 1987. Correlation between the soils of Bulgaria and the soils distinguished by the major soil classification systems in the world. *Soil Science, Agro-Chemistry and Plant Protection,*

Lukipidis, S. 2005. Sustainable agriculture with quality sort grain. Management and sustainable development 3-4/2005(13), 69-76.

MAFF 2020. Agrarian Report, Sofia, 220 p. https://www.mzh.government.bg/media/filer_public/2020/02/11/agrarian_report_2019

Nenov, M., I. Dimitrov, V. Lozanova, I. Gerassimova, N. Traikov. 2020. Optimization of agrotechnical units in grain production technologies in Sofia region. Field studies agrochemistry and ecology, 54, 3. page 28 -40. (in Bulg.)

Sadovski A.N. 2021. Assessment and Analysis of Designs for Fertilizer Experiments. Bulgarian Journal of Soil Science, Vol. 6, Issue 1, 65-77. Sofia.

Statgraphics. 2018. STATGRAPHICS Centurion. Statgraphics Technologies Inc. The Plains, Virginia. https://www.statgraphics.com/centurion-overview.

Tsenov, N, D. Atanassova, T. Gubatov. 2011. Genotype x environment interactions in grain yield of winter bread wheat grown in Bulgaria, In: Veitz, O. (Ed.) "Climate Change: Challenges and opportunities in Agriculture", *Proc. AGRISAFE final Conference, Budapest, Hungary, 356-359*

Tsenov, N., D. Atanasova. 2013. Influence of environments on the amount and stability of grain yield in modern winter wheat cultivars I. Interaction and degree of variability*, Agricultural science and technology, 5 (2):153-159*

Uhr, Zl., Dimitrov, E., & Delchev, G. 2021. Characteristics of perspective lines common winter wheat. 1. Yield and stability. Rastenievadni nauki, 58(4) 3-10 (in Bulg).

Ur, Zl., E. Vasileva. 2014. Effectiveness of wheat fertilization (Tr. aestivum) when changing certain elements in agrotechnical: VII. Efficiency of nitrogen use from fertilizers. Bulgarian Journal for Crop Science, 51(1): 109-113.

Valeva, N. and Y. Stamenov. 2017. Nitrogen removal assessment in omitted plot trials with wheat and barley. Bulg. J. Agric. Sci., 23 (3): 449–452

Vateva, D. 2021 The grain harvest in Bulgaria is at its peak for five years. https://www.capital.bg/biznes/zemedelie/2021/09/25/4257348_zurnenata_rekolta_v_bulgariia_e_na_petgodishen_vruh_a/

МЕТОДИКА ЗА ПОТЕНЦИАЛНА ОЦЕНКА НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ В БЪЛГАРИЯ –РЕШЕНИ ЗАДАЧИ, ИЗВОДИ, ПРЕПОРЪКИ, НАУЧНИ ПРИНОСИ

инж. Ивелина Радованова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията ”Н. Пушкаров”,
Селскостопанска Академия
radovanova@abv.bg

Резюме

В България е възприета и се ползва актуална относителна оценка (бонитировка и категоризация) на земеделските земи под активно земеползване, ползваща характеристиките им чрез параметрични методи. Обаче липсва методика за потенциална оценка, която се основана на потенциала на същите характеристики, чрез съответните параметрични методи.Световната наука, FAO и EU, разглежда пригодността на земята за земеползване в два аспекта: актуална и потенциална пригодност, което води до актуална и потенциална оценка. До скоро методика за потенциална оценка на земеделските земи в България не е известно да е публикувана. Отчитайки тази необходимост, в основата на разработваната към момента от мен дисертация е темата „Съвременни подходи за потенциална оценка (бонитация и категоризация) на земеделските земи в България“.

Методиката за потенциална оценка е представена вече в доклад - „Нова теоретична постановка за потенциална оценка на земеделските земи в България“ (Ив. Радованова, 2021).

Основната цел на настоящия доклад е да се представят накратко поставените и решени задачи, изводи, препоръки и научните приноси на разработена актуална „Методика за потенциална оценка на земеделските земи в България“, стояща в основата на дисертационния ми труд (пред защита).

Ключови думи: подходи и методи за потенциална оценка на земеделска земя, бонитетна оценка на земи, задачи и научни приноси при потенциална оценка на земеделска земя.

METHODOLOGY FOR POTENTIAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LAND IN BULGARIA – SOLVED TASKS, CONCLUSIONS, RECOMMENDATIONS, SCIENTIFIC CONTRIBUTIONS

eng. Ivelina Radovanova

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,
Agricultural Academy
radovanova@abv.bg

Abstract

In Bulgaria, an up-to-date relative assessment (bonitacia(evaluation) and categorization) of the agricultural lands under active land use has been adopted and is used, using their characteristics through parametric methods. However, there is no methodology for potential assessment, which is based on the potential of the same characteristics, using the appropriate parametric methods.World science, FAO and EU, examines the suitability of land for land use in two aspects: current and potential suitability, which leads to current and potential assessment.Until recently, a methodology for potential valuation of agricultural land in Bulgaria is not known to have been published. Taking into account this need, the

basis of the dissertation I am currently developing is the topic "Modern approaches for potential assessment (bonitacia (evaluation) and categorization) of agricultural land in Bulgaria".

The methodology for potential assessment is already presented in a report - "New theoretical statement for Potential Assessment of Agricultural Land in Bulgaria" Iv. Radovanova, June 2021).

The main purpose of this report is to briefly present the set and solved tasks, conclusions, recommendations and scientific contributions of the developed current "Methodology for potential assessment of agricultural land in Bulgaria", which is the basis of my dissertation (before defense).

Key words: approaches and methods for potential assessment of agricultural land, credit assessment of lands, tasks and scientific contributions in potential assessment of agricultural land.

Въведение

Земеделската земя е вид недвижим имот и оценката ѝ се прави с различи цели. Най-добре разработени и използвани методи има в областта на земеделието у нас, с цел определянето актуалната пригодност на земеделската земя за оптимално земеползване, е приета „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ“ (Е. Петров и др., 1988г.), която е параметричен подход за актуална оценка. Тя се базира върху съществуващите, актуални характеристики на земеделските земи и климатични условия, като определя пригодността им за отглеждане на различни видове култури.

Световната наука активно препоръчва наред с методите за актуална оценка на земеделските земи, да се извършва и потенциална такава. Темата е все по-важна, поради повишаването на потреблението на селскостопанска продукция и намаляването количеството обработваеми земеделски земи в световен мащаб. Потенциалните похвати за оценка на земите са малко познати у нас, и липсва такава методика. Отчитайки тази необходимост, е разработената от мен дисертация (пред защита) на тема: „Съвременни подходи за потенциална оценка (бонитация и категоризация)на земеделските земи в България“. Представила съм доклади -„Нова теоретична постановка за потенциална оценка на земеделските земи в България“ (Ив. Радованова, 2021) и - „Съвременни похвати за потенциална оценка на почвената характеристика „степен на каменистост“ при земеделските земи в България“ (Ив. Радованова, 2020г.).

Основната цел на настоящата разработка е да се представят накратко решените задачи, изводите, препоръките и научно-приложните приноси на разработена от мен „Методика за потенциална оценка на земеделските земи в България“, която е в основата на докторската ми дисертация – пред защита.

Материали и методи

Целта, която е постигната с новоразработената методика за оценка, е да се надстрои действащата у нас „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ“ (Е. Петров и др., 1988г.) със съвременна потенциална оценка на земеделските земите в България. Проучвайки съществуващата методика, като теория и практика, се достигна до разсъжденията за разработване на нови, успоредно работещи, потенциални бонитетни скали за отделни шест характеристики (при които това е възможно да се развие потенциалът). Така, освен актуална, ще може едновременно да се прави и потенциална оценка на земеделските земи (Ив. Радованова, 2021г.).

Основен принцип в бонитетните изследвания е оценките да се извършват спрямо изискванията на отделни земеделски култури към агроекологичните условия. Културите (сортовете и хибридите) с които съществуващата методика работи и чиито полски бонитетни числа (ПБЧ) формират средните агрономически балове – съответно категориите на земите, са 16. За тези 16 култури са разработени 84 броя нови скали и/или съответните 59 броя алгоритми за потенциална оценка, като се имат предвид че само 6 почвени и подпочвени характеристики се поддават на потенциална оценка. Характеристиките поддаващи се на потенциална оценка и разработени нови скали, са:

-„мощност на хумусния хоризонт“;
-„съдържание на органично вещество – хумус в почвите“;
-„почвена реакция (pH)“;
-„степени на засоленост и/или алкалност на почвите“;
-„степени на каменистостта в орния слой“ и
-„ниво на подпочвените води“ свързано също със заблатеността.

Условията на естественото атмосферно овлажнение не са предмет на разработката, защото в действащата методика са разработени обективни алгоритми за оценки при условия на напояване. Приемаме, че упоменатите шест характеристики подлежат на потенциална оценка, защото могат да бъдат подобрени и променени чрез прилагане на допълнителни вложения и агротехнически мероприятия (мелиорация, по-дълбока оран, риголване, рекултивационни практики, торене, варуване, гипсуване, почистване от камъни и пр.).

Най-общо казано ходът на потенциалната бонитировка и категоризация на земеделските земи следва този на актуалната. Първата стъпка към изпълнението е събиране на първични данни, систематизирането им за извършване на актуална и потенциална бонитировка и категоризация на земеделските земи.

За изчисляване на потенциалните почвени балове (ППБ) по култури според разработената потенциална оценка на описаните по-горе шест почвени характеристики, също се ползват и оценяват по предварително “новоразработени Бонитетни скали“. Ако в забележките не се предвижда потенциална оценка се ползват съответните скали за актуална оценка. Така се достига до индивидуални потенциални оценки в балове за предвидените култури, на база на които се изчисляват средно претеглените потенциални почвени балове (ППБ) по култури.

За изчисляване на потенциалните полски бонитетни числа (ППБЧ) по култури, потенциалният среден агрономически бал (ПСАБ), потенциалното бонитетно групиране и категоризацията, също според разработената система за потенциалната оценка на земеделските земи.

Съществуващата методика от 1988 г. дава възможност да се изчислят полски бонитетни числа (ПБЧ) по култури при актуални параметри. С разработените нови скали за шест от почвените характеристики, методиката дава възможност за изчисляване на потенциалните полски бонитетни числа по култури в условия без напояване ($ППБЧ_{(н)}$) и с напояване ($ППБЧ_{(п)}$).След като се изчислят $ППБЧ_{(н)}$ – потенциалните полски бонитетни числа при неполивни условия и като се приложат съответните коефициенти за напояване се получават $ППБЧ_{(п)}$ – потенциалните полски бонитетни числа при поливни условията.

Следващата стъпка е да се изчисли $ПСАБ_{(н)}$ – потенциален среден агрономически бал при неполивни условия и $ПСАБ_{(п)}$ – потенциален среден агрономически бал при поливни такива. Това се извършва съгласно приетите уравнения от съществуващата вече методика. Потенциалните средни агрономически балове ($ПСАБ_{(н)}$и $ПСАБ_{(п)}$) определят крайната бонитетна класификация при

потенциалната оценка (потенциална бонитетната категоризация и групирането) на оценяваните земи (Ив. Радованова, 2021г.)

Резултати и обсъждане

Литературният преглед, който направихме във връзка с методиката за потенциална оценка от дисертационния труд (с предстояща защита)на тема „Съвременни подходи за потенциална оценка (бонитация и категоризация) на земеделските земи в България“ показа, че за систематични научни изследвания в областта на относителната актуална оценка на земеделските земи у нас може да се говори от началото на 70-те години на миналия век. Създадената и поддържана (актуализирана) в последствие система за оценка и класификация на агроекологичните дадености има параметричен характер. Системата се характеризира с научно-приложна насоченост. Публикувана и внедрена е (в последен вариант 1988г.) като „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в България“. С настъпилите след 1989 год. демократични промени, в процеса на аграрната реформа и връщането на земеделските земи, Методиката бе широко ползвана. В периода от 1993г. до този момент, наши автори в многобройни публикации решават редица въпроси свързани с: усъвършенстване, дигитализация при бонитация и класификация, поставяне в GIS, картографиране и т.н.

Така поставената първа задача на методиката за потенциална оценка и дисертационния труд – „Да се изучи теоретично приетата у нас методика и приложенията ѝ в практиката“ е изпълнена. Заключението е, че: Съществуващите научни и научно-приложни бонитетни постановки у нас са една добра система за актуална относителна оценка на земеделските земи, но за практиката тя предполага една единствена постановка за потенциална оценка – отчитане на условията за напояване, което по наше мнение е недостатъчно.

Втората основна задача, която разрешихме при създаването на методиката за потенциална оценка на земите, е: запознаване с научния опит на водещи световни школи, занимаващи се с относителна оценка на земеделски земи. Проучихме международния опит, водещи школи и класификации и Методите за оценка и класификация по пригодност на земите за отглеждане на специфични култури (FAO, 1973, 1975, 1976, 19791, 1983.).Общият извод е, че в нашите изследвания трябва да се придържаме към параметричните бонитетни системи, а за да има сравнимост и надстройка при потенциалната относителна оценка на земеделските земи, чрез поземлените характеристики (подпочвени, почвени, агроклиматични), както и към алгоритми сходни с тези на внедрената и ползвана у нас Методика.

За разработване на новата система за потенциална относителна оценка на земеделските земи, което е третата задача, са избрани 16 селскостопански култури: а именно: пшеница, царевица (средно късни хибриди), слънчоглед, захарно цвекло, ориенталски тютюн, едролистен тютюн, картофи, лозя (десертни сортове), ябълки, круши, сливи, праскови, череши, люцерна, пасища и ливади, и домати. Това са същите култури, оценките спрямо изискванията на които се ползват и при актуалната оценка за формиране на средния агрономически бал (съответно за определяне на бонитетната група и категория) на оценяваната земя. Това е така, за да има съпоставимост и проличи ефекта от новият подход на потенциална относителна оценка на земите. Препоръчително е методологията да се приложи и за други култури (включени в действащата Методика и извън нея). Но това е проблем на бъдещи изследвания.

При фиксиране на работни поземлени характеристики е изходено от презумпцията те да бъдат в същия набор, както при актуалната оценка:

- Подпочвени: ниво на подпочвените води и плитко разположена коренова бариера (твърда скала);

- Почвени: механичен състав (текстура) на орницата и подорницата, мощност на хумусния хоризонт, мощност на почвения профил, текстурен коефициент, почвена реакция (pH), хумусно съдържание, степени на ерозия или акумулация, засоленост, каменистост и заблатеност на почвите;

- Агроклиматични: активни температурни суми, баланс на атмосферното овлажнение, хидротермичен коефициент и др., в зависимост от изискванията на земеделските култури спрямо които се извършва потенциалната относителна оценка.

На потенциална оценка от всички по-горе изброени характеристики подлежат само тези, при които е възможно чрез антропогенна намеса да се подобрят техните стойности, във всички случаи това е свързано с допълнителни вложения, а това са:

-Мощност но хумусния хоризонт;
-Хумусно съдържание,
-Почвена реакция (pH);
-Ниво на подпочвените води;
-Степени на почвена засоленост;
-Степени на каменистост на почвите;
-В агроклиматично отношение – естествено атмосферно овлажнение.

Така е изпълнена третата основна задача на разработката: „Да се уточнят характеристиките на земеделските земи, стойностите на които в различна степен са подчиними на антропогенно въздействие (подобряване за земеделски активности)“.

Разработените алгоритми за потенциална относителна оценка практически представляват бонитетни скали. Понеже за характеристиките „засоленост и/или алкалност на почвите“ и „каменистост на почвите“ алгоритмите за потенциална оценка са по групи култури рекапитулацията на общият брой е следната:

Мощност на хумусния хоризонт (Thh):	12 бр.
Съдържание на органично вещество (Omc):	10 бр.
Почвена реакция (Sph):	16 бр.
Почвена засоленост и/или алкалност (Dsa):	4 бр.
Каменистост на орния слой почва (Dsn):	3 бр.
Ниво на подпочвените води (Gwt):	14 бр.
Общ брой разработени алгоритми:	**59 бр.**

С това четвъртата поставена задача при създадената методика за потенциална оценка и в дисертационния ми труд: - „Да се разработят алгоритми за потенциална оценка на отделните характеристики и съчетаването им в обща такава е изпълнена. Подходът за изчисляване на средния потенциален агрономически бал е идентичен като този предвиден в действащата методика за актуална оценка на земите.

Теоретично достигнатото в дисертационния труд е практически приложено за условията на три почвени различия от Землище Гурмазово:

- РМ4/624 (Излужени смолници).
- КП1/415 (Канелено подзолисти почви).
- РО4/614 (Излужени канелени горски почви смолницовидни).

Ефектът от ново разработената потенциална система за оценка (Р) най-добре проличава чрез получените средни агрономически балове (САБ) и категориите на земите (КТГ) при условия без и със напояване („н“ и „п“) на фона на актулната бонитировка (А) показани на Таблица 1. и Фигура 1. С това заложеното в задачи №№ 5. и 6. на разработката е достигнато.

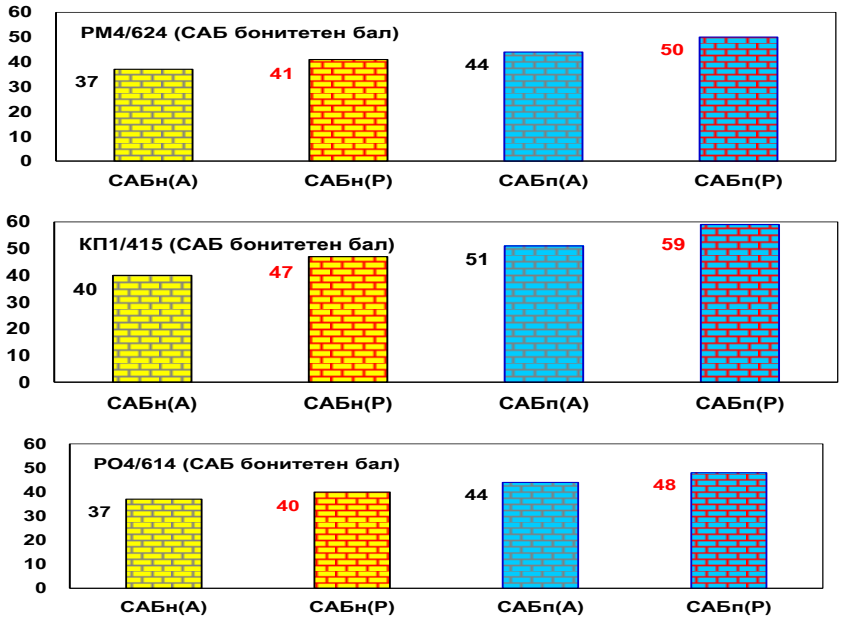
Таблица 1. Сравнение на крайните оценки на земите (актуални и потенциални при поливни и неполивни условия) в обектите на изследване

Table 1. Comparison of the final land assessments (current and potential under irrigated and non-irrigated conditions) in the study sites

№ по ред	Почва	Актуални оценки (А)				Потенциални оценки (Р)			
		САБн	КТГн	САБп	КТГп	САБн	КТГн	САБп	КТГп
1.	РМ4/624	37	7	44	6	41	6	50	5
2.	КП1/415	40	6	51	5	47	6	59	5
3.	РО4/614	37	7	44	6	40	6	48	6

Легенда:

САБн	Среден агрономически бал при условия без напояване.
КТГн	Категория на земеделската земя при условия без напояване.
САБп	Среден агрономически бал при условия с напояване.
КТГп	Категория на земеделската земя при условия с напояване.



Фигура 1. Сравнение на средните агрономически балове на земите (актуални и потенциални при поливни и неполивни условия) в обектите на изследване

Figure 1. Comparison of the average agronomic scores of the lands (current and potential under irrigated and non-irrigated conditions) in the research objects

Научно-приложни приноси:

Методиката за потенциална оценка на земеделските земи има определено методичен характер и от всичко изложено до тук могат да бъдат формулирани следните по-важни научни и научно-приложни приноси:

Разработени са 12 броя Бонитетни скали за потенциална бонитетна оценка на почвената характеристика „Мощност на хумусния хоризонт“.

Разработени са 10 броя Бонитетни скали за потенциална бонитетна оценка на почвената характеристика „Съдържание на органично вещество (хумус)“.

Разработени са 16 броя Бонитетни скали за потенциална бонитетна оценка на почвената характеристика „Почвена реакция (pH измерена във вода)“.

Разработени са 4 броя Бонитетни скали за потенциална бонитетна оценка на почвената характеристика „Засоленост и/или алкалност на почвата“.

Разработени са 3 броя Бонитетни скали за потенциална бонитетна оценка на почвената характеристика „Каменистост на орния слой почва“.

Разработени са 14 броя Бонитетни скали за потенциална бонитетна оценка на подпочвената характеристика „Ниво на подпочвените води“.

Заключение

Методиката за потенциална оценка на земеделските земиу нас има определено методичен и практичен характер. Създадени са нови подходи за Потенциална относителна оценка (бонитировка и категоризация) на агроекологичния потенциал на земеделските земи в България. В тази връзка е разработена надстроечна методика и система за потенциална бонитировка и категоризация на земеделските земи у нас.

Литература

Е. Петров и др. 1988г. „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ“, Асоциация „Национален Аграрно-Промишлен Съюз“, стр. 5 – 68, гр. София.

Радованова, Ив. 2020г. „Съвременни похвати за потенциална оценка на почвената характеристика „степен на каменистост“ при земеделските зами в България“, XXIX Международна Научна Конференция „Мениджмънт и Качество“ 11-12 юни 2020г. – Сборник научни трудове, ISSN 2603-4395 (PRINT), стр. 134 – 143.

Георгиев, Б. 2007г. Бонитировка на земеделските земи – теоретични основи и практически подходи за условията в България, Дисертация, 15-193 стр., Фонд на ИП “Н. Пушкаров”, София.

FAO. 2001. Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural. Boletín de tierras y aguas de la FAO No 5. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Italy.

Радованова, Ив. 2021. Нова теоретична постановка за Потенциална оценка на земеделските земи в България“, „29-та Международна научна конференция за докторанти и постдокторанти“ (под печат).

METHODS FOR EVALUATION OF THE SOIL PROPERTIES IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENT OF THE OIL-BEARING ROSE (*ROSA DAMASCENA MILL.*)

Vesselin Pankov*, Veneta Krasteva, Zornitsa Mitreva

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Adricultural Academy
vsp_tech@abv.bg

Abstract

In very few places in the world the conditions allow to grow an oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*), but Bulgaria is one of them.

Methods are presented for evaluation of soil conditions in relation to the requirements of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*). The soil indicators are presented numerically calculated with the help of scales and final results are rating (0-100), and 100 respectively it the optimal value. The characteristics that participate in the evalutiation are: soil texture, thickness of soil profile and humus horizon, texture coefficient, pH in aqueous suspension, humus content and groundwater level.

Key words: oil-bearing Rose (*Rosa damascena Mill.*), land evaluation, soil texture, soil profile thickness, humus horizon thickness, texture coefficient, pH in aqueous suspension, humus content, groundwater level

МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ПОЧВЕНИТЕ СВОЙСТВА В СЪОТВЕТСТВИЕ С ИЗИСКВАНЕТО НА МАСЛОДАЙНАТА РОЗА (*ROSA DAMASCENA MILL.*)

Веселин Панков*, Венета Кръстева, Зорница Митрева

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Н. Пушкаров", Селскостопанска Академия
vsp_tech@abv.bg

Резюме

Много малко места по света позволяват да се отглежда маслодайна роза (*Rosa damascene Mill.*), но България е едно от тях. Представени са методи за оценка на почвените условия във връзка с изискванията на маслодайната роза (*RosadamascenaMill.*). Почвените показатели са представени числено изчислени с помощта на скали и крайните резултати са оценени (0-100), а 100 съответно оптималната стойност. Характеристиките, които участват в оценката са: механичен състав на почвата, мощност на почвения профил, мощност нахумусния хоризонт, текстурен коефициент, pH във водна суспензия, съдържание на хумус и ниво на подпочвените води.

Ключови думи: маслодайна роза (*Rosa damascene Mill.*), оценка на земята, мехничен състав на почвата, дълбочина на почвения профил, дълбочина на хумусния хоризонт, текстурен коефициент, pH във водна суспензия, съдържание на хумус, ниво на подпочвените води

Introduction

Oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*) is widespread in Bulgaria. The country is a traditional producer of rose oil. Before the Liberation (1878), there were about 10,000 decares of plantations in the country and the production of rose oil reached 1,000 kg per year. The largest areas were created and cultivated until 1918 - about 90 thousand decares,

after which the area decreased to 30 thousand decares. These figures show that in Bulgaria there are suitable soil and climatic conditions for growing oil roses.

In 2019 the area of rose plantations reached 42,790 decares, which is in response to the increase in the purchase prices of the rose flower. In favorable years (when the precipitation is in optimalquantities) the yields reach 7-8t/dka, with a normal average yield of 3 t/ha. Traditionally, 1 kg of rose oil is obtained from 3-4 tons of flowers.

The increasing interest in planting the crop gives makes useful the creation ofmethods for land evaluation of soil and climatic conditions for rose culture. The methods will provide an opportunity for scientifically based zoning of culture within the country.

The purpose of this research is to develop methods for relative evaluation of the main soil characteristics in relation to the opportunities for growing oil-bearing roses.

The second purpose is to reach a general evaluation of soil conditions - "soil score" through the method of parametric approaches.

Materials and methods

Biological features of the crop

The oil-bearing rose is a perennial shrub. It can be grown in one place for more than 20 years. As a plant, it grows almost everywhere in the temperate zone. There are special requirements for the climate when growing for the production of rose oil, especially during flowering. The most favorable conditions for it are in the region of the Sub-Balkans, where temperatures are moderate and there is high atmospheric humidity.

Crop requirements for climatic conditions

The oil-bearing rose requires a relatively cold winter and a cool and humid spring. The rose is a plant of cool and humid climate, in which the temperature from February-March - May-June varies from 4 to 19 ^{o}C and has an average value of 11-12 ^{o}C. The vegetation of the rose begins in February-March. 24-hour temperature amplitude in large limits is required for the creation of the reproductive organs. At night the temperature should be at least 10 hours around 4 ^{0}C, and during the rest of the day - over 15 ^{0}C. The differentiation of each flower bud takes 16-20 days. The temperature amplitude is necessary both for the growth of the buttons and for the storage of the formed oil. The sensitivity of the Kazanlak rose to low temperatures is often expressed in frost bites, which are autumn-winter and spring. Autumn-winter frost bites occur frequently, but only in isolated microlocations where the shrubs have vegetated until late autumn. In the event of a sudden cold snap to -28 ^{0}C and strong cold winds, the tops of the shoots freeze most often. Before the start of the sap movement in the spring, the blackened tops should be cut to a firm, during which, although with some losses, the plantations are restored. Spring frosts cause greater losses. They occur in January and February under conditions for premature development of the rose, in which its cold tolerance has sharply decreased. Subsequent colds are the cause of major damage.

Due to its southern origin, the oil-bearing rose does not have a pronounced dormancy period. In autumn, the vegetation continues until a very sharp cold snap. During the winter at an air temperature above 10 ^{0}C for 10-15 days, it begins to develop. For these reasons, in later frosts, frostbite is observed in varying degrees of rose shrubs

The rose is especially demanding of air humidity during flowering (Pal, Singh, 2013). High air humidity in the range of 75-90% prolongs the flowering period and protects the oil from rapid evaporation.

Crop requirements for soil conditions

The oil-bearing rose grows best on deep, water-permeable and organic-rich soils with a light soil texture (Thakur, Kumar, 2021). Unsuitable for the rose are the Chernozem soils, which favor chlorosis, as well as the heavy clay soils, where frost and stronger rust attack are more often observed. Shallow soils are also unsuitable, as they do not provide conditions for normal development of its root system. It develops strong root system that can reach 2 to 5 meters deep. It is composed of adventitious, highly developed rope-like skeletal branches, which are formed by stem nodes and have a pronounced suctioncapacity. They branch strongly, with the bulk of the roots located superficially (up to 40 cm deep). As the root system ages, some of the skeletal branches die in succession, and new ones are formed in their place, and so the root system is periodically rejuvenated.

In Bulgaria mainly red oil-bearing rose is grown – (*Rosa damascena Mill)*. The white oil-bearing rose - *Rosa alba* is grown to a limited extent in the Kazanlak region. It is more resistant to fungal diseases, less demanding to soils, more resistant to low temperatures, gives significantly more flower per acre, but contains almost twice less oil than red oil-bearing rose.

Methods used

In creating the present methods, the principles adopted in the "Methods for work on the cadaster of agricultural lands in the People's Republic of Bulgaria" 1988 were fully used. The aim is to fit into it as an evaluation of additional agricultural crop - missing so far. Therefore, this is a parametric, up-to-date relative evaluation made by including certain characteristics of agricultural land (Petrov, Kabakchiev et al., 1988).

Results and discussion

To compile the methods for evaluating soil conditions for oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*)*, the* following soil characteristics are included:

1. Soil texture of the arable land, expressed by the content of physical clay - sum of particles <0.01 mm (%).
2. Thickness of the humus horizon (cm).
3. Thickness of the soil profile (cm). It is special here that the characteristic is evaluated only in shallow soils developed on hard rocks and the depth of the hard underlying rock is up to 50 cm. The thickness of the soil is important, but the oil-bearing rose can also be grown on soils with a shorter profile as the main mass of roots is superficial (up to 40 cm deep).
4. Texture differentiation of the profile expressed by texture coefficient. Texture coefficient can be calculated by the physical clay, but is better when there is data available to be determined by the actual clay - (percentage of the sum particles <0.001 mm). The texture coefficient is obtained as a simple ratio of the percentage of clay in the heaviest subsurface soil horizon to that in the lightest surface horizon. The evaluation of this parameter is in accordance with the requirements of the crop in which it is recommended that the soils have poor textural differentiation, i.e. the amount of particles < 0.001 mm in the horizon below plowed to be less than or equal to the amount of clay in the plowing depth.
5. Soil reaction (pH measured in aqueous suspension). The crop grows best in slightly acidic to neutral soils (pH 5.1 - 6.9) (Thakur, Kumar, 2021).
6. Content of organic matter - humus (%).
7. Groundwater level (cm). The evaluation of this characteristic also includes the soil texture of the soil developed by B. Georgiev (2007). Thus, to a large extent, the influence of the capillary rise of the groundwater is taken into account and from there - the conditions of swamping, overwetting or favorable influence of the groundwater on the culture.

Seven evaluation scales are developed - for individual evaluation of each of the above-selected characteristics (evaluation scales with consecutive numbers from 1 to 7).

Scale 1. Evaluation (Btx) of thesoil texture of fallow-land (Tx) for the cultivation of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*)

Tx (particle sum <0.01mm%)			Btx (points)
	<	5	10
5	-	10	30
11	-	20	60
21	-	30	80
31	-	35	90
36	-	40	100
41	-	45	95
46	-	50	90
51	-	55	80
56	-	60	70
61	-	65	60
66	-	75	50
	>	76	40
* In the overall evaluation the values are tripled.			

Scale 2. Evaluation (Bthh) of thethickness humus horizon (Thh) for the cultivation of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*)

Thh (cm)			Bthh (points)
	<	10	60
11	-	20	80
21	-	30	90
	>	31	100

Scale 3. Evaluation (Btsp) of the thickness of the soil profile (Tsp) for the cultivation of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*)

Tsp (cm)			Btsp (points*)
	<	30	0
31	>	50	30
* Only for soils developed on hard rocks. * In the overall evaluation the values are doubled.			

Scale 4. Evaluation (Btc) of the textural differentiation of the profile (Tc) for the cultivation of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*)

Tc (texture coefficient)			Btc (points)
	<	1.5	100
1.51	-	1.99	80
2.0	-	2.50	60
	>	2.51	40

Scale 5. Evaluation (Bph) of the soil reaction (pH) for the cultivation of oil-bearing rose

pH (in H_2O)			Bph (points)
	<	4.0	50
4.1	-	4.5	60
4.6	-	5.0	80
5.1	-	5.5	95
5.6	-	6.0	100
6.1	-	6.5	95
6.6	-	7.0	90
7.1	-	7.5	80
7.6	-	8.0	70
8.1	-	8.5	60
	>	8.6	40

Scale 6. Evaluation (Bhc) of the organic matter -humus content (Hc) for the cultivation of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*)

Hc (%)			Bhc (points)
	<	1.0	60
1.1	-	1.5	80
1.6	-	2.0	95
	>	2.1	100

Scale 7. Evaluation (Bgwt) of the groundwater level (Gwt) in compliance with the mechanical structure (soil texture) of the soil (Tx) for the cultivation of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*)

↓Gwt (cm) Bgwt (points)	Tx ranges (%)				
	<20	20-45	45-60	60-75	> 75
<50	0	0	0	0	0
50-100	80	70	50	40	20
>100	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

As already mentioned, the principles for the existing methods are preserved in the scales for individual evaluation of soil characteristics. The ratings are in a closed scale - from 0 to 100 points. The optimal values of the characteristics receive a maximum score, and the limiting ones - lower ones. At very unfavorable values, the ratings are reset (this automatically resets the overall rating). In cases where a certain soil evaluation has zero score this is a limiting factor.The total score (soil score) for growing oil-bearing roses (*Rosa damascena Mill.*) is calculated according to Equation 1 (provided that the soil is shallow and with a hard rock up to 50 cm), in the other case Equation 2 is used.

$$SR = \frac{3Btx + Bthh + 2Btsp + Btc + Bph + Bhc + (Bgwt)}{9(10)} \quad (1)$$

$$SR = \frac{3Btx + Bthh + Btc + Bph + Bhc + (Bgwt)}{7(8)} \quad (2)$$

Where: *R* - Soil rating.
Btx - Score for the soil texture of the soil.
Bthh - Score for the thickness of the humus horizon.

Btsp - Score for the thickness of the soil profile.
Btc - Score for soil textural differentiation.
Bph - Score for the soil reaction (pH in aqueous solution).
Bhc - Score for the content of organic matter (humus).
Bgwt - Score for the groundwater level in relation to the soil texture of the soil and is calculated only when the groundwater level is indicated in the description of the soil profile as another numerator and the denominator is increased with one, respectively. Otherwise, it is not evaluated (N.E.).

The value of the soil score can be from 0 to 100 and it expresses the suitability of the soil conditions for growing an oil-bearing rose. The development and yield of plants are influenced by other natural factors (erosion or accumulation, salinization, stoniness of soils, climate, etc.). Considering the effects of the following characteristics is carried further, by correction evaluation scales for these indicators which are assigned "weightings" (with values from 0 to 1.0). They lead to landfield rating, but they will be the subject of further development.To demonstrate the developed methods for determining the field rating for growing oil-bearing roses (*Rosa damascena Mill.*) are presented estimates of some soil differences from the region of Stara Zagora according to Bulgarian soil classification (Teoharov, 2019) and WRBSR (IUSS Working Group WRB, 2015). The ratring is rounded to the nearest integer. The texture coefficients are based on soil research on the actual clay of the profile.

Table 1. Soil rating for some soil differences

Region	Soil type	Phys. cl. pl. hor. (%)	Phys. cl. under pl. hor. %	Th. humus horizon (cm)	Th. profile (cm)	Text. coefficient	pH in H_2O	Humus (%)	GWT (cm)	Score
Stara Zagora	Cambisols, medium leached, Smolnitsa-like, not eroded to slightly eroded	68	72	35	90	1.1	5.5	2.6	deep	78
Stara Zagora	Cambisols, shallow, strongly eroded, rocks, strongly stony	10	10	10	10	1.0	7.5	1.8	deep	0
Kazanlak	Fluvisols, deep, slightly stony	29	42	50	60	1	7.2	2.1	deep	89

Conclusion

Methods for relative evaluation (soil rating) of the main soil characteristics in relation to opportunities for growing oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.)*are presented. The methods are harmonized with the parametric approaches of the system for evaluation and categorization of agricultural lands officially adopted in Bulgaria. Theresults at the end - the "soil ratings" - leave it open for further research - the development of algorithms for calculating land evaluation field ratings.

Reference

Georgiev, B.2007. Landevaluation of agricultural lands theoretical foundations an d practical approaches to the conditions in Bulgaria. Dissertation ,193 pages , Fund of ISS APP “N. Pushkarov”, Sofia.

IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Pal, P. K., & Singh, R. D. (2013). Understanding crop-ecology and agronomy of Rosa damascena Mill. for higher productivity. Australian Journal of Crop Science, 7(2), 196-205.

Petrov, E., I. Kabakchiev, P. Bozhinova, A. Stoeva, Ya. Georgieva, E. Hershkovich, D. Dilkov. 1988. Methodology for work on the cadastre of agricultural lands in Bulgaria Association "National Agrarian and Industrial Union, p.144, Sofia. (Bg).

Teoharov, M. ed. 2019. Genetic and applied classifications of soils and land in Bulgaria, Bulgarian soil science society, Sofia, 212, (in Bulgarian).

Thakur, Meenakshi, Rakesh Kumar. 2021. Light conditions and mulch modulates the damask rose (*Rosa damascene Mill.*) Yield , quality, and soil environment under mid hill conditions of the western Himalaya , Industrial Crops and Products , Volume 163 , 113317, ISSN 0926-6690, https: / /doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113317.

METHODS FOR EVALUATION OF SOIL CONDITIONS FOR LEMON BALM (*MELLISA OFFICINALIS)*

Vesselin Pankov, Veneta Krasteva, Zornitsa Mitreva

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
vsp_tech@abv.bg

Abstract

The lemon balm (*Melissa officinalis*) as a medicinal plant has many uses and is suitable for growing in Bulgaria. Methods for numerical evaluation of the soil conditions that are the most optimal for the crop are presented. It uses the soil texture (clay<0.01 mm), thickness of humus horizon and soil profile, pH in aqueous solution, organic matter content, groundwater level. The lemon balm prefers warm climate and well aerated fertile soils with light soil texture slightly sandy and that retain moisture. A rating (0-100) is computed based on equation using data from field and laboratory studies in Bulgaria.

Key words: lemon balm (*Melissa officinalis*), land evaluation, soil texture, soil profile thickness, humus horizon thickness, texture coefficient, pH in water solution, humus content, groundwater level

МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ПОЧВЕНИТЕ УСЛОВИЯ ЗА МАТОЧИНА (*MELLISA OFFICINALIS*)

Веселин Панков, Венета Кръстева, Зорница Митрева
Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Н. Пушкаров", Селскостопанска Академия
vsp_tech@abv.bg

Резюме

Маточината (*Melissa officinalis*) като лечебно растение има много приложения и е подходяща за отглеждане в България. Представена е методология за числена оценка на почвените условия, които са най-оптимални за културата. Използва се механичният състав на почвата (глина <0,01 mm), дълбочината на хумусния хоризонт, дълбочината на профила на почвата, pH във воден разтвор, съдържание на хумус, ниво на подпочвените води.

Маточината предпочита топъл климат и добре аерирани плодородни почви с лек механичен състав на почвата и задържаща влагата. Оценка (0-100) се изчислява въз основа на уравнение базирано на данни оттеренни и лабораторни изследвания в България.

Ключови думи: маточина (*Melissa officinalis*), оценка на земята, механичен състав на почвата, мощност на почвения профил, мощност на хумусния хоризонт, текстурен коефициент, pH във воден разтвор, съдържание на хумус, ниво на подпочвените води

Introduction

Herbs are a category of plant species that accumulate various active ingredients in some parts of the plant, useful for the treatment of many diseases. Medicinal plants contain a number of chemicals that affect the biological processes occurring in humans and animals and some of these substances have not yet been surpassed in action by synthetic chemistry (Ivanovet al., 1971). Through the cultivation of herbs less productive areas can be used,

producers are provided with significant income, most of them are bee attracting plants, and the harvest of herbs can be exported abroad.

Lemon balm (Mellisa officinalis) is a perennial herb. It is native to Southern, Central Europe and the Mediterranean. It is cultivated in many European countries, as well as in North America. The stem + leaves are used from the lemon balm for medicinal purposes.

The purpose of this research is to develop methods for relative evaluation of the main soil characteristics in relation to the possibilities for growing lemon balm.

To reach a general evaluation of soil conditions - "soil rating" through the parametric approach to evaluation resulting in a numerical rating.

Materials and methods

Biological characteristics of the agricultural crop

Melissa (Melissa officinalis) belongs to the family *Lamiaceae.* Lemon balm (*Melissa officinalis*) is a perennial, herbaceous, rhizome plant. Root system - the rhizome is strongly branched, with underground stems located relatively shallow in the soil / 5-25 cm/. The height of the stem reaches up to 1m. All parts of the plant, especially the leaves, emit a pleasant lemon scent when crushed by hand. Lemon balm is a thermophilic plant. Under Bulgarian conditions it overwinters normally. Frostbite is very rare. Throughout the growing season the requirements of the balm to the soil and air humidity are high.

Crop requirements for soil conditions

Lemon balm is a herb that prefers heat and light. In very shady places it develops poorly and produces a reduced amount of oil. It can tolerate some shade in orchards. It is a hardy species, except for the first year of the growing season. It is resistant to frosts from - 20 to – 25^0C, under the snow. Prefers soils with light texture, permeable, fertile (Madzharova et el., 1989). Acidic, heavy, swampy and cold soils are not recommended. It can be grown throughout Bulgaria up to an altitude of 700-800 m, but in areas with southern exposure.

The combination of nitrogen, potassium and phosphorus provides a balance in plant nutrition and disease resistance. It is recommended to fertilize with manure on poor soils, before main deep plowing, in quantities of 20 - 30 t / ha. Well-fermented manure, phosphorus and potassium are applied before the main tillage when creating the plantation. During the growing season it is fertilized with nitrogen fertilizers to increase plant mass (Gorbanov, 2010).

The best crop rotations for balm are vegetable crops, but it also grows well after cereals and trench crops. It is necessary that the soils are free of weeds and fertilized. The crop can return to the same terrain after 6 years.

The lemon balm is propagated by direct sowing in the field or by seedlings. Direct sowing is done in autumn or early spring, but requires very precise field preparation. Before sowing, the seeds are mixed with inert material so that their distribution can be evenly distributed.The number of sprouted plants depends a lot on the humidity of the terrain, the soil must be very well cultivated, loose, as the seeds of the balm are very small.

The best lemon balm plantations are obtained by using seedlings. The seedlings are made in flower beds, and the seeds are sown in April, with irrigation provided, so that the grown plants can be transferred to the field in September or early October.If the weather does not allow or the areas are not prepared in the fall, the seedlings can be taken out at the end of April or May.

Radacsi et al. (2016) also evaluated the type of stress (sudden or gradual), in which the highest total flavonoid values of the leaves of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) were obtained under sudden water reduction, while rosmarinic acid was detected in plants subjected to gradual reduction.

Therefore, the widely accepted idea that there is a widespread increase in phenolic compounds in response to water stress is most often incorrect, since they may experience

either a decrease or no changes in concentration when subjected to water stress (Albergaria et al. 2020).

Methods used

In compiling the present methods, the principles adopted in the "Methods for work on the cadaster of agricultural lands in the People's Republic of Bulgaria", 1988 were fully used.This is an evaluation of a herbal crop that has not been made so far. Parametric methods have been applied, and the evaluation has been performed by including certain soil characteristics (Petrov, Kabakchiev et al., 1988).

Results and discussion

To create the methods for evaluating the soil conditions for lemon balm *(Melissa officinalis),*the following soil characteristics are included according to "Methods for work on the cadaster of agricultural lands in the People's Republic of Bulgaria", 1988 based on the „National standards for soil mapping in Bulgaria by the Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection “Nikola Pushkarov”:

1. Soil texture of the arable land, expressed by the content of physical clay - sum of particles <0.01 mm (%) (Kachinskiy, 1958).
2. Thickness of the humus horizon (cm).
3. Thickness of the soil profile (cm).What is special here is that the characteristic is evaluated only in shallow soils developed on hard rocks and the depth of the hardunderlyingrock is up to 50 cm. The thickness of the soil is important, but the lemon balm can also be grown on soils with a shorter profile, as the bulk of the roots are superficially located (up to 40 cm deep).
4. Soil reaction (pH measured in aqueous suspension).The crop grows best in slightly acidic to neutral soils (pH 5.1-7.0)pH in water extraction and $CaCl_2$ extraction 1:5 w/v) – measured potentiometrically (WTW 720 pH meter).
5. Organic matter content –humus (%) by the Turin method (Donov et al., 1974).
6. Groundwater level (cm). The evaluation of this characteristic also includes the soil texture of the soil developed by B. Georgiev (2007). Thus, to a large extent, the influence of the capillary rise of the groundwater is taken into account and from there - the conditions of swamping, overwetting or favorable influence of the groundwater on the crop.

Land evaluation scales are developed - for individual evaluation of each of the above-selected characteristics (land evaluation scales with consecutive numbers from 1 to 6).

Scale 1. Evaluation (Btx) of the soil texture of arable land (Tx) for lemon balm cultivation*(Melissa officinalis)*

Tx (particle sum <0.01mm%)			Btx (points*)
	<	10	30
11	-	20	40
21	-	34	80
35	-	45	100
46	-	55	95
56	-	65	80
66	-	75	50
	>	76	40
* In the overall evaluation the values are doubled.			

Scale 2. Evaluation (Bthh) of the thickness of the humus horizon (Thh) for growing lemon balm*(Melissa officinalis)*

Thh(cm)			Bthh (points)
	<	10	70
11	-	20	80
	>	21	100

Scale 3. Evaluation (Btsp) ofthickness of the soil profile (Tsp) for the cultivation of lemon balm*(Melissa officinalis)*

Tsp(cm)			Btsp (points*)
	<	30	30
30	-	50	60
* Only for soils developed on hard rocks. * In the overall evaluation the values are doubled.			

Scale 4. Evaluation (Bph) of the soil reaction (pH) for growing lemon balm*(Melissa officinalis)*

pH (in H_2O)			Bph (points)
	<	4.0	20
4.1	-	5.0	80
5.1	-	6.0	90
6.1	-	7.0	100
7.1	-	8.0	70
8.1	-	9.0	50
	>	9.1	20

Scale 5. Evaluation (Bhc) the content of organic matter –humus (Hc) for the cultivation of lemon balm*(Melissa officinalis)*

Hc (%)			Bhc (points)
	<	1.0	30
1.1	-	1.5	50
1.6	-	2.0	70
2.1	-	2.5	80
2.6	-	3.0	90
	>	3.1	100

Scale 6. Evaluation (Bgwt) of groundwater level (Gwt) in accordance with the soil texture of the soil (Tx) for the cultivation of lemon balm *(Melissa officinalis)*

↓Gwt (cm)	Txranges(%)				
Bgwt (points)	<20	20-45	45-60	60-75	> 75
<50	0	0	0	0	0
50-100	60	90	60	40	20
>100	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

As already mentioned, the principles for the existing methods are preserved in the scales for individual evaluation of soil characteristics.The ratings are in a closed scale - from 0 to 100points.The optimal values of the conditions receive a maximum score, and the limiting ones respectively lower ones. At very unfavorable values, the ratings are reset (this automatically resets the overall rating).In cases where a certain soil evaluation has zero score this is a limiting factor. The total score (soil rating) for lemon balm cultivation *(Melissa officinalis)*is calculated according to Equation 1. (provided that the soil is shallow and with a hard rock up to 50 cm), in the other case Equation 2 is used.

$$SR = \frac{2Btx + Bthh + 2Btsp + Bph + Bhc + (Bgwt)}{7(8)} \quad (1)$$

$$SR = \frac{2Btx + Bthh + Bph + Bhc + (Bgwt)}{5(6)} \quad (2)$$

Where: *SR* - Soil Rating.
Btx- Score for the soil texture of the soil.
Bthh- Score for the thickness of the humus horizon.
Btsp- Score for the thickness of the soil profile.
Bph- Soil reaction score (pH).
Bhc- Score for the content of organic matter (humus).
Bgwt- Score for the groundwater level in relation to the soil texture of the soil and calculated only when the groundwater level is indicated in the description of the soil profile as another numerator and the denominator is increased with one, respectively. Otherwise, it is not evaluated (N.E.).

The soil ratings do not solve completely the questions about the suitability of the evaluated land for cultivation of lemon balm.The development and yield of plants are influenced by other natural factors (erosion or accumulation, salinization, stony soils, climate, etc.). The effects of the following characteristics are considered further by evaluation scales which are assigned to the so-called "correction factors".

To demonstrate the developed methods in Table 1., two soil differences were evaluated, according to the Bulgarian soil classification (Teoharov, 2019) and the World Reference Base for Soil Resouces (IUSS Working Group WRB, 2015). The rating is rounded to the nearest integer.

Table 1. Examples of application of the developed methods

Soil code KCR	*Indices and values of the characteristics*						
	Tx (%)	*Thh (cm)*	*Tsp (cm)*	*Ph*	*Hc (%)*	*Gwt (cm)*	
	34	*57*	*95*	*8.3*	*2.0*	*350*	
	Indices and values of the evaluations						
	Btx	Bthh	Btsp	Bph	Bhc	Bgwt	SR
	80*2	100	Not ev.	50	70	Not ev.	76
Soil code ALM	*Indices and values of the characteristics*						
	Tx (%)	*Thh (cm)*	*Tsp (cm)*	*Ph*	*Hc (%)*	*Gwt (cm)*	
	66	*45*	*100*	*7.6*	*2.0*	*30*	
	Indices and values of the evaluations						
	Btx	Bthh	Btsp	Bph	Bhc	Bgwt	SR
	50*2	100	Not ev.	70	70	0	0

Legend (according to Bulgarian classification):
KCR – Carbonate Chernozems, average depth (Calcic Chernozems, WRBSR, 2014).
ALM – Alluvial meadow soils, deep (Fluvisols, WRBSR, 2014).
All indices are from scales 1 to 6.

Conclusion

Methods have been developed for the relative evaluationof the main soil characteristics which are decisive for the cultivation of lemon balm. A general quantitative evaluation has been reached – "soil ratings" and thus the development remains as a basis for further research - development of algorithms for calculating land evaluation “field ratings". The research fits into the "Methods for work on the land cadaster in the Republic of Bulgaria."

The methods arein accordance with the parametric approaches of the system for evaluation and categorization of agricultural lands officially adopted in Bulgaria. If the same analyses, input data and methodsare used, it can be used in other countries too.

Reference

Albergaria Edward Teixeira, Antônio Fernando Morais Oliveira, Ulysses Paulino Albuquerque. 2020. The effect of water deficit stress on the composition of phenolic compounds in medicinal plants, South African Journal of Botany, Volume 131, 2020, pp 12-17, ISSN 0254-6299, https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.002.

Georgiev, B. 2007. Land evaluationof agricultural lands - theoretical foundations and practical approaches to the conditions in Bulgaria.Dissertation, 193 pages, Fund of IP “N.Pushkarov”, Sofia.

Gorbanov, St. 2010.Fertilization of agricultural crops.Videnov and Son Publishing House.P.550.

Donov, V., S. Gencheva, K. Yorova. 1974. A manual for practical seminars in Forest soil science.Zemizdat.p. 216, (in Bulgarian).

IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Kachinskiy, N.A. 1958. Mechanical and microagrega tetexure of soil, methods of Its study. Moscow. Pub. A. S. USSR. S, 25, 191 p. (in Russian).

Ivanov, I., I.Landzhev, G. Neshev.1971. Herbs in Bulgaria and their use. Zemizdat Publishing House.p.274.

Petrov, E., Iv. Kabakchiev, P. Bozhinova, A. Stoeva, Y. Georgieva, E. Hershkovich, D. Dilkov. 1988. Methods for work on the cadaster of agricultural lands in the People's Republic of Bulgaria.NAPS Association, S.

Teoharov, M. ed. 2019. Genetic and applied classifications of soils and land in Bulgaria, Bulgarian soil science society, Sofia, 212, (in Bulgarian).

Madzharova, D., N. Bizheva, M. Bubarova. 1989. Root crops and leaf vegetables for spices and green. Sofia, Zemizdat Publishing House.p. 103, (in Bulgarian).

Radacsi, P. , K. Szabo, D. Szabo, E. Trocsanyi, E. Németh-Zámbori, 2016. Effect of water deficit on yield and quality of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) Zemdirbyste .(2016). 103 (4) 2016, pp. 385-390, 10.13080/z-a.2016.103.049.

РОЛЯ НА ФЕРОЙОНИТЕ ПРИ ОБРАЗУВАНЕ НА СМЕСЕНИ БИОФИЛМИ

Иво Ганчев

Тракийски университет, Стара Загора
Факултет „Техника и технологии“ , Ямбол
ivotg@abv.bg

Резюме

Желязото принадлежи към групата на макроелементите, които играят съществена роля в растежа и развитието на микроорганизмите. В почвата, където микробните видове се развиват като структури, наречени биофилми, то е разпространено под формата на феро йони. Настоящето изследване с щам *Bacillus subtilis*показва, чеобразуването на биофилми при взаимодействието му с други щамове е от съществено значение за усвояването на Fe^{2+} от средата и поддържането на клетъчната хомеостаза. Този процес се благоприятства от формирането на сидерофори. Резултатите от настоящето проучване показват взаимовръзка между формирането на биофилми при взаимодействето на щамове *B. subtilis* и *Escherichia coli* и съдържанието на Fe^{2+} в средата като естествен механизъм за адаптацията им към неблоприятните фактори на средата.

Ключови думи: *Bacillus subtilis*, биофилми, феро хомеостаза

ROLE OF IRON HOMEOSTASE IN THE MULTISPECIES BIOFILM FORMATION

Ivo Ganchev

Trakia University of Stara Zagora,
Faculty of Technics and Technologies of Yambol,
ivotg@abv.bg

Abstract

Iron acquisition is of fundamental importance for microorganisms, since this metal is generally poorly bioavailable under natural conditions. Fe is mostly present as a ferric form in soils, strongly limiting its bioavailability, where most bacteria are found tightly packed within multicellular communities named biofilms. Here, using the soil Gram-positive bacterium *Bacillus subtilis*, this research show, that biofilm formation during their interactions with others microbial species are both essential to ensure Fe uptake from the medium and maintain cellular Fe homeostasis. The biofilm matrix appears to play an important role favoring the efficient usage of siderophores. Taken together, our results demonstrate a close link between biofilm formation and iron acquisition in *B. subtilis* and *Escherichia coli*, allowing a better comprehension of how bacteria can cope with metal limitation under environmental conditions.

Keywords: *Bacillus subtilis*, biofilm, iron homeostasis

Въведение

Желязото е основен елемент, необходим за растежа и развитието на селскостопанските култури в отделните агроекосистеми (Neilands, 1995), взема участие в осъществяването на основните жизнени функции в човешкия организъм като кофактор на оксидоредуктазите и заема съществен дял в минералния състав на почвите (Rajkumar et al., 2010). Повърхностният почвен слой е изграден от 16 различни по своята кристална структура форми на феро- и фери оксиди, като в киселите и силно окислените среди преобладават гетитът и хематитът (Guelke et al., 2010). Слабото му разпространение в ризосферния слой на почвата е обусловено от ниската разтворимост и ниската стойност на константата на дисоциация на неорганичните съединения на желязото, които са под праговата стойност за растежа на културите и развитието на микробните съобщества в него (Guelke et al., 2010). Промените в окислително-редукционните форми (феро и фери йони) се явява резултат от протичането на реакции, свързани с пренос на електрони при различна степен на насищане с кислород на почвените терени, което повлиява физиологичната активност на селскостопанските култури (Geisler and Venema, 2011). Нарастването на pH-стойността на почвата се явява резултат от агротехнологичните практики като варуване, което води до ниската разтворимост на Fe при аеробни условия в тях и оказва въздействие върху развитието на микробните видове под формата на биофилми върху минералните структури и кореновата система на растенията (Rajkumar et al., 2010).

Стимулирането на процеса образуване на биофилми от щамове *Bacillus subtilis* при условията на окислителен стрес се осъществява в присъствието на двувалентни йони на тежки метали (Oh et al., 2018), които повлияват на протичането на клетъчни процеси и структурните особености на биофилмите (López et al., 2010; Shemesh et al., 2013; Oknin et al., 2015). Въздействието на продуктите на окислителния стрес, причинен от налието на метални йони, води до биосинтезата на екзополизахариди при щамове *Bacillus subtilis*, които влизат в състава на матрикса на биофилмите(Gambino et al., 2015). Fe^{2+} заедно с Mg^{2+}, K^{+}, Mn^{2+} стимулират образуването на сърфактин от щамове *Bacillus subtilis*, които инхибират растежа и развитието на патогенните микробни видове (Wei and Chu, 1998; Wei and Chu, 2002) по време на образуването на биофилми (Zeriouh et al., 2014). В основата на това въздейсвие на секретираните от щамове *Bacillus subtilis* повърхностноактивни вещества с липопротеидна природа лежи свойството им да инхибират клетъчната подвижност и контакта на клетките на съжителстващите видове с повърхностния слой на сунстрата (Chen et al., 2013; Lopez et al., 2009). Образуването му играе важна роля при формирането на биофилми от щамове *Bacillus subtilis*(Lopez et al., 2009) и обезпечава конкурентното им преимущество при асоциацията им с други бактериални видове в тяхната структура (Phelanet al., 2013). Секрецията му в ризосферния слой на почвата от щамове *Bacillus subtilis* възпрепятсва инвазията на редица патогенни видове по повърхностния слой на корените на културните растения, сред които се открояват видове *Erwina, Pseudomonas* и *Xanthomonas* (Bais et al., 2004).

Образуването на реактивоспособни форми на кислорода се явява механизъм, благодарение на който щамовете *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* се адаптират към променящите се условия на околната среда в процеса на развитието им в прикрепено по различните по своята природа и структура биотични и абиотични повърхности.Въпреки това сведенията за техните особености остават оскъдни в съвременната литература, което да послужи като отправна точка при оценка на ролята им в ризосферния слой на почвата. Целта на проучването по тази причина се свежда до изследване на взаимоотношенията между щамове *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* в процесите на образуване на смесени биофилми и микроскопските им

характеристики при култивирането им в среди, отличаващи се по съдържанието на Fe^{+2} в тях.

Материали и методи

Използваните в настоящето изследване бактериални щамове са систематизирани в таблица 1.

Таблица 1. Бактериални щамове, използвани в проучването

Щам	Описание	Източник
Bacillus subtilis 170	Щам 170	ИМ-БАН[а]
Bacillus subtilis 168	Щам 168, trpC2	ИМ-БАН[а]
Escherichia coli W1655	Щам К-12, F lac^+ str^{-s} met^-	NBIMCC[б]

а Национална банка по промишлени микроорганизми и тъканни култури, София

б Секция „Микробна биохимия“, Институт по микробиология „Стефан Ангелов“, БАН, София (Vasileva-Tonkova et al., 2011; Sotirova et al., 2012; Sotirova et al., 2008)

Растежът на биофилма се провежда в среда М63, към която беше прибавен $FeSO_4.7H_20$, така че концентрацията на Fe^{+2} беше съответно 5 μM, 50 μM и 100 μM за отчитане на ефекта им върху образуването на биофилми. За целите на задачата предварително са подготвени 18-часови култури от щамове *B. subtilis* 170, *B. subtilis* 168 и *E. coli* К-12 1655 в среда обикновен бульон (Лаборатория „БулБио“ – гр. София). 50 μl от течните култури се засяват в 5 cm^3 течна среда обикновен бульон, соевоказеинов бульон, триптон бульон и пептонна вода (Лаборатория „БулБио“ – гр. София). За всеки фактор експериментът се реализира в пет епруветки, като в първата се засяват само 50 μl от течната култура на щам *B. subtilis* 170, на втората - *B. subtilis* 168, третата - *E. coli* К-12 1655, в четвъртата епруветка се засяват по 50 μl от течната култура на щам *B. subtilis* 170 и 50 μl от течната култура на щам *E. coli* К-12 1655, в петата се засяват по 50 μl от течната култура на щам *B. subtilis* 168 и 50 μl от течната култура на щам *E. coli* К-12 1655. Свежите култури се разпределят в 96-ямкови плаки. Всяка свежа култура се разпределя в 12 ямки, като във всяка ямка се поставят по 150 μl от течната свежа култура. В крайните незасяти ямки се накапва по 150 μl дестилирана вода. Култивирането на биофилмите на плаките се извършва при температура от 20° С и продължителност от 24 h. След това от всяка ямка се отделя планктонът и се промива трикратно с физиологичен разтвор (0,85% NaCl), накарват се по 150 μl физиологичен разтвор в половината от ямките и с помощта на предварително обгорен и охладен в стерилен физиологичен разтвор нож се отлепя биофилмът от тях, като за всеки вариант на опита се събира суспензията от 6 ямки в една епендорфка.

Правят се серийни разреждания по метода на Кох и се отчита общата численост на колониите след посявка върху Месопептонен агар (Лаборатория „БулБио“ – гр. София) и инкубация при 37° С за 24 h, както и броят на колониите на щам E. coli K-12 1655 след посявка върху среда MacConcey агар (Лаборатория „БулБио“ – гр. София) и инкубация при 37 °С за 24 h. По разликата между броя на колониите, прорастнали върху среда Месопептонен агар (Лаборатория „БулБио“ –гр. София) и MacConcey агар (Лаборатория „Булбио“ – гр. София), се съди за числеността на колониобразуващите единици на щамове *B. subtilis* в изследваните биофилми.

Във втората половина от ямките се извършва оцветяване посредством накапване на 150 μl 0,1% разтвор на кристал виолет за време от 15 min., след което внимателно се отделя багрилото от всяка ямка, промива се излишъкът от оцветител с 0,85% разтвор на NaCl и се солюбилизира със 70% етанол, който се накапва по 150 μl във всяка изследвана ямка. Оптичната плътност на биофилмите се измерва при дължина на вълната от 540 nm на “ELLIZA Reader 90” (“ЕЛТА 90 М” – гр. София). За

наблюдаване на биофилмите от щамове на вида *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* беше използвана конфокална лазерно сканираща микроскопия Leica TCS SPE при дължина на вълната от 540 nm. Оцветяването на биофилмите се извърши с флуорисцентно багрило Live Bacterial Gram Stain Kit (Biotum) според инструкцията на фирмата производител. Обработката на данните от микроскопските наблюдения бяха определени по изчислителна методика, описана от Heydorn и сътр. (2000).

Всички експерименти бяха извършени трикратно, като представените резултати представляват средноаритметична стойност от три независими едно от друго определения. Използван беше критерият на Стюдант, като различията в отделните стойности бяха приети за статистически значими при стойност на параметъра $p<0,05$.

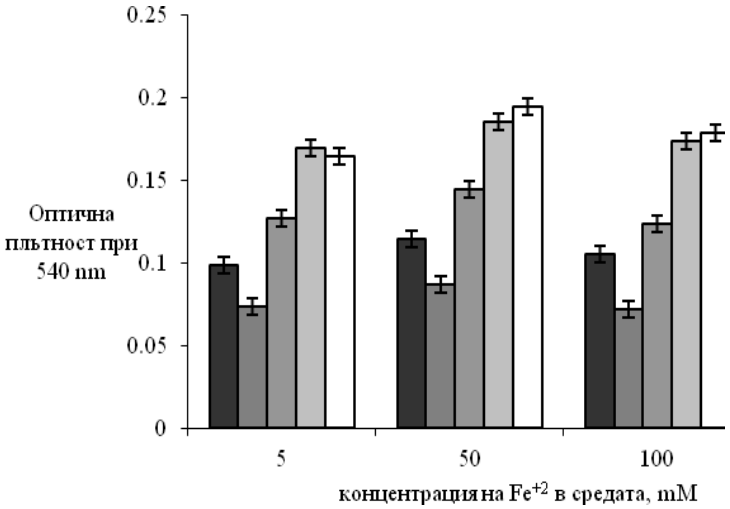
Резултати и дискусия

Желязото принадлежи към микроелементите, чието съдържание повлиява върху характера на взаимотношенията между щамове на вида *B.subtilis* и *E.coli* в процеса на формиране на биофилми (фиг. 1). Промяната в съдържанието на фери йони в средата в диапазона от 5 μM до 50 μM се съпътства с нарастването на биомасата на смесените биофилми, като оптичната плътност при 540 nm след оцветяване нс 1 % разтвор на кристаливиолет се изменя в границата от 0,163±0,21 до 0,184±0,57 като резултат от взаимодействието между щамове *B. subtilis* 170 и *E.coli* К-12 1655 и от 0,145±0,96 до 0,198±0,78 за двойката щамове *B. subtilis* 168 и *E.coli* К-12 1655. Стойностите им се доближават до биомасата при биофилмите на щамове *B.subtilis* 170, *B.subtilis* 168 и *E.coli* К-12 1655 и са значително по-ниски при отсъствието им в среда, съдържаща като единствен въглероден източник глюкоза ($p<0,05$). Нарастването на величината ѝ до 100 μM се съпровожда с намаляване на стойността на оптичната плътност на образуваните смесени биофилми.

Съдържанието на двувалентни метални йони определя насоката на протичането на редица клетъчни процеси при щамове *B.subtilis* (López et al., 2010) и *E.coli*(Dam et al. 2017), сред които се откроява процесът на образуването на биофилми (López et al., 2010). Инхибиращият ефект на Mg+2йони върху процеса на формиране на биофилми от щам B. subtilis NCIB3610 се обуславя от тяхната концентрация в средата за култивиране, като най-отчетливо е тяхното влияние при съдържание от 25 mMи 100 mM според резултатите от изследването на Oknin и сътр. (2015). Сходна зависимост е установена при щам E.coli M1655 в проучването на Wang и сътр.(2010), която се свързва с ниската активност на Fe-S центрове. Развитието на щамове E.coli до образуване на биофилми в прикрепено състояние под влияние на променливото съдържание на фери йони в средата се регулира от регулаторния белтък RpoS, който се активира при условията на оксислителен стрес (Mika et al., 2012). Повишаването на вътреклетъчното му равнище осигурява активирането както на гените, отговорни за реакцията на клетките към окислителен стрес, така и обезпечава транскрипцията на гените за развитието ми до биофилми (Adnan et al., 2017). Според друго проучване RyhB представлява нискомолекулна РНК, която инхибира биосинтезата на желязосъдържащите белтъци при ниско съдържание на фери йони в средата (Massé and Gottesman, 2002), с което може да се обясни значнително по-ниската стойност на оптичната плътност при 540 nm при биофилмите на щам *E.coli* К-12 1655 и смесените биофилми при асоциацията му с щамове *B.subtilis* при концентрация на фери йони от5 μM спрямо контролната проба.Индуцирането на окислителните процеси обяснява незначителното снижаване на биомасата на моновидовите биофилми от щамове *B. subtilis* 170, *B. subtilis* 168 и *E. coli* К-12 1655 при промяна на концентрацията на фери йони в границата от 100 μM до 200 μM и отсъствието на механизъм за тяхната редукция.

Структурата на микробната популация в процеса на култивирането на смесените биофилми в средата, съдържаща в качество на въглероден източник глюкоза, при проведеното проучване се доминира от щамове *B.subtilis* 170 и *B.subtilis* 168 при численост от (15.3±0.16).10^6cfu/cm^3, която се доближава до броя на колониите на щам *E.coli* K-12 1655 ($p>0,05$) и надхвърля стойността ѝ при съответните моновидови биофилми ($p<0,05$). Включването на фери йони в състава на хранителната среда променя хода развитието на бактериалните щамове от структурата на биофилмите, свързано с чувствително намаляване на числеността на колониите за изследваните двойки щамове ($p<0,05$) (табл. 2 и 3). Числеността им при съдържание на от 5 μM съставлява стойност от 42.96±0.40.10^3cfu/cm^3 при щам *B.subtilis* 170 и 5.23±0.15.10^3cfu/cm^3 за щам *E.coli* K-12 1655 в структурата на смесените биофилми, която значително превишава размера им при съответните моновидови биофилми. Сходен характер в изменението на числеността на микробната популация на биофилмите се установя и при съвместното култивиране на двойката щамове *B.subtilis* 168 и *E.coli* K-12 1655. Броят на колониите на изследвана двойка щамове в образуваните структури достига до максимална стойност при нарастване на концентрация на Fe^{+2} до стойност от 50 μM. Популационната структура включва еднакъв брой колонии както на щамове *B. subtilis* 170 и щам *E.coli* K-12 1655, така и на щамове *B. subtilis* 168 и *E.coli* K-12 1655, които намаляват при достигане на съдържанието на Fe^{+2}от 100 μM. Степента на редукция е най-силно изразена при щам *E.coli* K-12 1655 в структурата на смесените биофилми при взаимодействието им с щамове *B. subtilis* 170 и *B. subtilis* 168, чиято численост на колониите се снижава статистически незначимо до стойности от 52.93±0.29.10^3cfu/cm^3 и 37.7±0.2.10^3cfu/cm^3. В основата на антагонистичния ефект на щамове *B.subtilis* в процеса на образуването на биофилми при асоциацията им с грам-отрицателни бактериални видове лежи способността им да продуцират повърхностноактивни съединения (Singh et al., 2014) с липопротеиндна природа (Stein, 2005), чиято бисинтезата се инициира при съдържание на фери йони под формата на ферисулфат в концентрация от 1,7 mM до стойност от 3000 g/dm^3(Wei et al., 2002). По-малката численост на колониите на щам *B.subtilis* 168 в структурата на биофилмите при взаимодействието му с щам *E.coli* K-12 1655 е обусловено от мутациите в *sfp* гена, кодиращ биосинтезата на ензимите за образуването на сърфактина (McLoon et al., 2011), и дава основание де се предположи, че съдържанието на Fe^{+2} стимулира образуването на антимикробни пептиди от щамове *B.subtilis* с антагонистичен ефект по друг механизъм, което е в съгласие с изследванията на Tabbene и сътр. (2009) и Nandy и сътр.(2007).

Относително еднаквата численост на колониите в структурата на биофилмите, образувани в резултат на съвместното култивиране на двойката щамове *B. subtilis* 170 и *E. coli* K-12 1655, *B. subtilis* 168 и *E. coli* K-12 1655, се отдава на протичането на друг сигнален механизъм, който определя мутуалистичните взаимоотношения помежду им при проведеното проучване. Според Tabbene и сътр. (2009) потискането на активността на транспортната система от цитоплазмената мембрана от внасянето на хелатобразуващи агенти в средата се съпровожда с повишаването на устойчивостта на щамовете *E. coli* K-12 към окислителен и метален стрес. Ролята на такива съединения, способни към образуване на комплексни съединения с фери йоните, се изпълнява от катехол амидите, които се секретират от щамове *B.subtilis* според проучването на Li и сътр. (2017), при което числеността на популацията му е близка до щам *E. coli* K-12 1655 в структурата на образуваните смесени биофилми при съдържание на Fe^{+2} от 100 μM в настоящето проучване.



Фигура 1. Влияние на съдържанието на Fe^{+2} в средата върху прираста на биофилмите: ■*B. subtilis* 170; ■*B. subtilis* 168; ■*E. coli* 1655; ■*B. subtilis* 170+*E. coli* 1655; □ *B. subtilis* 168+*E. coli* 1655.

Растежът на биофилмите е осъществен в 96-ямкови плаки за време от 24 h при температура от 20 °C в среда M63 със съдържание на Fe^{+2}от 5 μM, 50 μM и 100μM. Оптичната плътност е измернена при 540 nm след оцветяване на биофилмите с 0,1 % кристал виолет.

$y=-0,0128.x^2+0,0548.x+0,0562$, $r^2=1$, $p<0,05$ - *B.subtilis* 170
$y=-0,0139.x^2+0,0547.x+0,327$, $r^2=1$, $p<0,05$ - *B.subtilis* 168
$y=-0,0192.x^2+0,0752.x+0,0707$, $r^2=1$, $p<0,05$ - *E.coli*K-12 1655
$y=-0,014.x^2+0,0582.x+0,1248$, $r^2=1$, $p<0,05$ - *B.subtilis* 170-*E.coli*K-12 1655
$y=-0,0229.x^2+0,0986.x+0,0883$, $r^2=1$, $p<0,05$ - *B.subtilis* 168-*E.coli*K-12 1655

Статичното култивиране на двойката щамове *B. subtilis* 170 и *E. coli* К-12 1655 върху предметни стъкла води до формиране на биофилми (фиг. 2 и 3), чиято средна дебелина се изменя в границата от 8,66±0,15 μm до 9,16±0,34 μm при промяна на съдържанието на Fe^{+2} в средата за култивиране от 5 μM до 100 μM, при което се доближава до стойността ѝ при контролната проба ($p>0,05$). Със сходен характер се отличава изменението на стойността ѝ при двойката щамове *B. subtilis* 168 и *E. coli* К-12 1655 в хода на проведеното проучване. Коефициентът на неравност на формираните структури се колебае в тесен интервал ($p>0,05$), докато показателят на отношението на относителната им площ на разпространение към обема се променя експоненциално при нарастване на съдържанието на Fe^{+2} в средата, като максимална стойност от 0,123±0,003 $\mu m^2.\mu m^{-3}$за двойката щамове *B. subtilis* 170 и *E.coli* К-12 1655 и 0,126±0,001 $\mu m^2.\mu m^{-3}$при двойката щамове *B. subtilis* 168 и *E.coli* К-12 1655 се постига при концентрация на Fe^{+2} от 150 μM, която надвишава размера на образуваните структури след култивирането им в среда при отсъствие на Fe^{+2} (фиг. 2 и 3).

Таблица 2. Влияние на концентрацията на железни йони в средата върху числеността на колониите от щамове *B. subtilis* 170 и *E. coli* 1655 в структурата на моновидовите и смесените биофилми

№	Концентрация на Fe^{+2}, μM	Численост в биофилмите на *B. subtilis* 170 cfu/cm³	Численост в биофилмите на *E. coli* К-12 1655, cfu/cm³	Численост в смесените биофилми, cfu/cm³	
				B. subtilis 170	*E. coli* К-12 1655
1.	0	$(0.7\pm0.00).10^6$	$(0.4\pm0.01).10^6$	$(92.6\pm0.66).10^6$	$(12.03\pm0.05).10^6$
2.	5	$4.63\pm0.3.10^3$	$4.83\pm0.30.10^3$	$42.96\pm0.40.10^3$	$5.23\pm0.15.10^3$
3.	50	$56.23\pm0.21.10^3$	$19.46\pm0.21.10^3$	$53.03\pm0.49.10^3$	$40.26\pm0.25.10^3$
4.	100	$4.5\pm0.2.10^3$	$5.43\pm0.32.10^3$	$52.93\pm0.29.10^3$	$8.86\pm0.15.10^3$

Таблица 3. Влияние на концентрацията на железни йони в средата върху числеността на колониите от щамове *B. subtilis* 168 и *E. coli* 1655 в структурата на моновидовите и смесените биофилми

№	Концентрация на Fe^{+2}, μM	Численост в биофилмите на *B. subtilis* 168 cfu/cm^3	Численост в биофилмите на *E. coli* K-12 1655, cfu/cm^3	Численост в смесените биофилми, cfu/cm^3	
				B. subtilis 168	*E. coli* K-12 1655
1.	0	$(0.53\pm0.06).10^6$	$(5.1\pm0.10).10^6$	$(10.7\pm0.25).10^6$	$(10.36\pm0.32).10^6$
2.	5	$4.53\pm0.30.10^3$	$4.83\pm0.30.10^3$	$30.53\pm0.15.10^3$	$4.7\pm0.26.10^3$
3.	50	$56.03\pm0.25.10^3$	$19.46\pm0.21.10^3$	$38.93\pm0.11.10^3$	$33.73\pm0.21.10^3$
4.	100	$5.1\pm0.1.10^3$	$5.43\pm0.32.10^3$	$37.7\pm0.2.10^3$	$9.66\pm0.35.10^3$

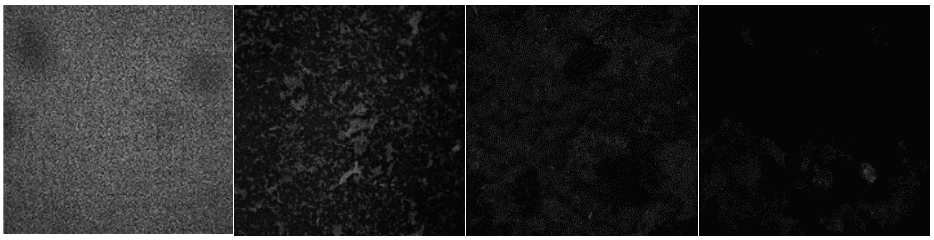
Съдържанието на полизахаридите намалява в структурата на биофилмите на щам *E. coli* с увеличаване на концентрацията на двувалентни йони в средата за култивиране (Dam et al. 2017). Инхибирането на тяхната синтеза в процеса на образуване на биофилми от щам *B. Subtilis* настъпва при съдържание на Mg^{+2} под 5 mM и над 25 mM (Oknin et al., 2015), като сходна зависимост се установява при двойката щамове *B. subtilis* 170 и *E.coli* K-12 1655, *B. subtilis* 168 и *E.coli* K-12 1655 в настоящето изследване.

Получените резултати се дължат на активирането на хистидин киназата KinC посредством регулаторния път YwcC-SlrA под влияние надвувалентните йони от състава на средата при щамове *B. subtilis* (Shemesh and Chai, 2013), което повлиява положително на вътреклетъчното равнище на фосфорилираната форма на регулаторния протеин Spo0A (Spo0A~P) (Chai et al., 2009), който повлиява негативно на експресията на гените за биосинтезата на екзоцелуларните полизахариди и протеини от състава на матрикса на биофилмите (Branda et al.,2006). Според Gambino и сътр.(2016) нарастването на съдържанието на екзоцелуларни полизахариди в матрикса на биофилмите при щамове *B.subtilis* се наблюдава при появата на окислителен стрес. При щамове *E. coli* въздействието на фери йони създава условия за нарастване на вътреклетъчното равнище на свободните радикали, което обезпечава развитието на биофилми, състоящите се субпопулации от образуващи матрикс и неспособни към развитие до биофилми клетки (Dam et al. 2017). Инкубацията им в среда със съдържание на двувалентни йони определя развитието на отделни клетъчни субпопулации, отличаващи се почувствителността си към въздействието на антибиотични съединения и развитие до биофилми (Wang et al. 2010).

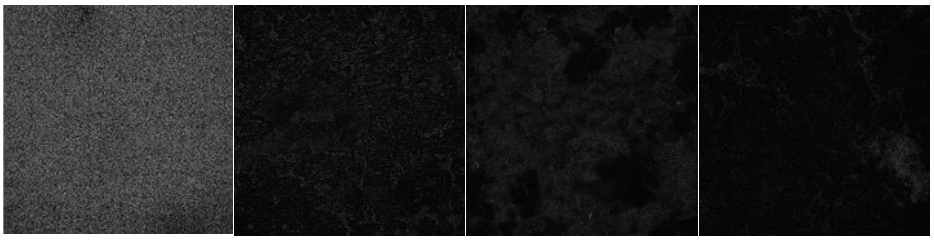
Относителната площ на разпространение на образуваните структури в процеса на статичното им култивиране върху повърхностния слой на предметните стъкла при проведеното проучване се изменя експоненциално както при двойката щамове *B. subtilis* 170 и *E. coli* K-12 1655, така и при съвместното развитие на щамове *B. subtilis* 168 и *E. coli* K-12 1655. Максимална стойност се установява при съдържание на Fe^{+2} в средата за култивиране от 100 μM, непосредствено след което се снижава до $0,78\pm0,01$ μm^2 при двойката щамове *B. subtilis* 170 и *E. coli* K-12 1655 и $0,80\pm0,02$ μm^2 при двойката щамове *B. subtilis* 168 и *E. coli* K-12 1655 при достигане на концентрацията на Fe^{+2} от 150 μM.

В изследването на Oknin и сътр. (2015) концентрацията на Mg^{+2} под 5 mMи над 25 mM в средата за култивиране води до репресиране на *epsA-O* и *tapA* опероните, отговорни за биосинтезата на екзоцелуларните полизахариди и амилоидподобните белтъчни влакна, влизащи в състава на матрикса на образуваните структури (Chai et al., 2008; Romero et al., 2010) и обезпечаващи тяхната адхезия и разпространение по повърхностния слой на субстрата (Branda et al., 2006), както ипо пътя на стимулиране образуването на поли-γ-глутаминова киселина (Mydock-McGrane et al., 2016) и сърфактин (Adnan et al., 2017). Активирането на двукомпонентната регулаторни

система DegS-DegU при наличие на двувалентни йони в средата създава условия на транскрипция на *bslA* гена (Mika et al., 2012), което стимулира разпространението на биофилмите на щамове *B. subtilis* по повърхностния слой на субстрата (Hobley et al., 2013; Kobayashi et al., 2012).



Фигура 2. Микроскопско изследване на биофилмите на щамове *Bacillus subtilis* 170 и *Escherichia coli* K-12 1655 при различна концентрация на Fe^{+2} на средата.
Растежът на биофилмите е осъществен върху предметни стъкла за време от 24 h при температура от 20 °C. Оцветяването е извършено с комплексно флуорисцетно багрило Live Bacterial Gram Stain Kit (Biotum), а наблюденията бяха извършени с помощта на конфокална лазерно сканираща микроскопия**Leica TCS SPE** при дължина на вълната от 540 nm



Фигура 3. Микроскопско изследване на биофилмите на щамове *Bacillus subtilis* 168 и *Escherichia coli* K-12 1655 при различна концентрация на Fe^{+2} на средата.
Растежът на биофилмите е осъществен върху предметни стъкла за време от 24 h при температура от 20 °C. Оцветяването е извършено с комплексно флуорисцетно багрило Live Bacterial Gram Stain Kit (Biotum), а наблюденията бяха извършени с помощта на конфокална лазерно сканираща микроскопия **Leica TCS SPE** при дължина на вълната от 540 nm

Повишаването на равнището на транскрипция на *csgD* гена при щам *E.coli*UTI89, който кодира образуването на основния регулатор CsgD на процеса на формиране на биофилми, настъпва при съдържание на Fe^{+2} в средата в границата от 2 µMдо 10 µM (Dam et al. 2017). Регулаторният протеин повлиява на процеса на формиране на тези структури по пътя на индукцията на *csgBAC* оперона, отговорен за образуването на кърли-ресните (Ogasawara et al., 2011), които представляват амилоидподобни влакна, влизащи в състава на митрикса им (Chapman et al., 2002). Заедно с целулозата и поли-N-ацетилглюкозамина взема участие при възникването на междуклетъчните контакти и адхезията на клетките на щамове *E.coli*по различни абиотични и биотични повърхности по време на развитието им до образуване на биофилми (Singh et al., 2014). Редукцията в експресията на *tapA* оперона при щамове *B. subtilis*, отговорен за биосинтезата на амилоидните белтъчните влакна от състава на матрикса, е по-силно изразена в сравнение с транскрипцията на *eps* оперона при нарастването на съдържанието на двувалентни йони в средата до стойност от 10 mM в проучването на Oknin и сътр. (2015). Наличието на подобни регулаторни механизми при щамове *B. subtilis* и *E. coli* обяснява характера на изменението на стойността на относителната площ на разпространение на смесените биофилми при промяна на концентрацията на Fe^{+2} в средата закултивиране в границата от 5µM до 150 µM при

проведеното проучване, характеризираща се с максимална стойност при достигане на концентрацията им до 100 μM за изследваната двойка щамове.

Заключение

С най-силно изразен индуциращ ефект върху процеса на формиране на биофилми, образувани в резултат на съвместното култивиране на двойките щамове *B. subtilis* 170 и *E. coli* К-12 1655, *B. subtilis* 168 и *E. coli* К-12 1655, се отличава М63 със съдържание на Fe^{+2} от 50 μM, като стойностите на оптичната им плътност, средната им дебелина, относителна площ на разпространение нарастват при промяна на концентрацията им в границата от 5 μM до 50 μM и се доближават до контролната проба, характеризираща се с отсъствие на Fe^{+2}. Съдържанието на Fe^{+2} в средата за култивиране в концентрация от 5μМи 100 μM обуславя конкуретните взаимоотношения между щамове *B. subtilis* 170 и *E. coli* К-12 1655, *B. subtilis* 168 и *E. coli* К-12 1655, докато при стойност от 50 μM се наблюдават мутуалистичните взаимоотношения между изследваните култури.

Литература

Adnan M, Sousa AM, Machado I, Pereira MO, Khan S, Morton G, Hadi S. 2017. Role of bolA and rpoS genes in biofilm formation and adherence pattern by *Escherichia coli* K-12 MG1655 on polypropylene, stainless steel, and silicone surfaces.*ActaMicrobiolImmunol Hung.*, 64(2):179-189.

Branda S. S., F. Chu, D. B. Kearns, R. Losick, R. Kolter .2006. A major protein component of the *Bacillus subtilis* biofilm matrix.*Mol. Microbiol.*, 59:1229-1238.

Bais, H.P., R. Fall, J.M. Vivanco. 2004. Biocontrol of *Bacillus subtilis* against infection of *Arabidopsis* roots by *Pseudomonas syringae* is facilitated by biofilm formationandsurfactin production. *Plant Physiol.*, 134:307–319.

Chen Y, F. Yan, Y. Chai, H. Liu, R. Kolter, R. Losick, J. Guo. 2013. Biocontrol of tomato wilt disease by *Bacillus subtilis* isolates from natural environments depends on conserved genes mediating biofilm formation. *Environ Microbiol.*, 15:848–864.

Chai Y., R. Kolter, R. Losick. 2009. Paralogous Antirepressors Acting on the Master Regulator for Biofilm Formation in *Bacillus subtilis*. *MolMicrobiol.*, 74(4): 876–887.

Chai Y, F. Chu, R. Kolter, R. Losick. 2008. Bistability and biofilm formation in *Bacillus subtilis*. *MolMicrobiol.*, 67:254–263.

Chapman MR. 2002. Role of *Escherichia coli* curli operons in directing amyloid fiber formation.*Science*, 295(5556):851–855.

Dam S., J. Pagès, M. Masi. 2017. Dual Regulation of the Small RNA MicC and the Quiescent PorinOmpN in Response to Antibiotic Stress in *Escherichia coli*.*Antibiotics*, 6 (33):1-16.

Geisler M.and K. Venema. 2011. Transporters and Pumps in Plant Signaling. *Signaling and Communication in Plants*, 7 : 99-131.

Guelke M., F. Blanckenburg, R. Schoenberg, M. Staubwasser, H. Stuetzel. 2010. Determining the stable Fe isotope signature of plant-available iron in soils.*Chemical Geology*, 277 : 269–280.

Gambino M., F. Cappitelli. 2016. Biofilm responses to oxidative stress. *Biofuoling*, 1-37.

Hobley, L.; A. Ostrowski, F.V. Rao, K.M. Bromley, M. Porter, A.R. Prescott, C.E. MacPhee, D.M.Van Aalten, N.R. Stanley-Wall. 2013. BslA is a self-assembling bacterial hydrophobin that coats the *Bacillus subtilis* biofilm. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 110: 13600–13605.

Heydorn, A., Nielsen, A. T., Hentzer, M., Sternberg, C., Givskov, M., Ersbøll, B. K., & Molin, S**.** 2000. Quantification of biofilm structures by the novel computer program COMSTAT. *Microbiology*, 146(10), 2395-2407.

Kobayashi K., M. Iwano. 2012. BslA(YuaB) forms a hydrophobic layer on the surface of *Bacillus subtilis* biofilms. *Molecular Microbiology*, 85(1) : 51–66.

Li B, Huang Q, Cui A, Liu X, Hou B, Zhang L, Liu M, Meng X, Li S. 2017. Overexpression of Outer Membrane Protein X (OmpX) Compensates for the Effect of TolC Inactivation on Biofilm Formation and Curli Production in Extraintestinal Pathogenic *Escherichia coli* (ExPEC). *Front Cell Infect Microbiol.*, 8: 208-218.

López, D., & Kolter, R**.** 2010. Extracellular signals that define distinct and coexisting cell fates in *Bacillus subtilis*. *FEMS microbiology reviews*, 34(2): 134-149.

Lopez D., H. Vlamakis, R. Kolter. 2009. Generation of multiple cell types in *Bacillus subtilis*. *FEMS Microbiol Rev*, 33: 152–163.

Mydock-McGrane LK, Cusumano ZT, Janetka JW. 2016. Mannose-derived FimH antagonists: a promising anti-virulence therapeutic strategy for urinary tract infections and Crohn's disease. *Expert OpinTher Pat.*, 26(2):175-197

Mika F., S. Busse, A. Possling, J. Berkholz, N. Tschowri, N. Sommerfeldt, M. Pruteanu, R. Hengge. 2012. Targeting of csgD by the small regulatory RNA RprA links stationary phase, biofilm formation and cell envelope stress in *Escherichia coli*. *Molecular Microbiology*, 84(1):51–65.

McLoonA.L., S.B. Guttenplan, D.B. Kearns, R. Kolter, R. Losick. 2011. Tracing the domestication of a biofilm-forming bacterium.*J. Bacteriol.*, 193: 2027–2034.

Massé E., S. Gottesman. 2002. A small RNA regulates the expression of genes involvedin iron metabolism in *Escherichia coli*. *Proc Natl AcadSci USA*, 99(7):4620–4625

Nandy S., P.Bapat, K. Venkates. 2007. Sporulating bacteria prefers predation to cannibalism in mixed cultures. *FEBS Lett.*, 581:151–156.

Oh E., K. J. Andrews, B. Jeon. 2018. Enhanced Biofilm Formation by Ferrous and Ferric Iron Through Oxidative Stress in *Campylobacter jejuni*. *Front Microbiol.*, 9:1204.

Oknin H., D. Steinberg, M. Shemesh. 2015. Magnesium ions mitigate biofilm formation of *Bacillus* species via down-regulation of matrix genes expression. *Front. Microbiol.*, 6 : 1-7

Ogasawara H., K. Yamada, A. Kori, K. Yamamoto, A. Ishihama. 2010. Regulation of the *Escherichia colicsgD* promoter: interplay between five transcription factors .*Microbiology*, 156:2470–2483.

Phelan, R. W., Barret, M., Cotter, P. D., O’connor, P. M., Chen, R., Morrissey, J. P., Barbosa, T. M**.** 2013. Subtilomycin: a new lantibiotic from *Bacillus subtilis* strain MMA7 isolated from the marine sponge Haliclona simulans. *Marine drugs*, 11(6), 1878-1898.

Rajkumar M. , N. Ae, M.N.V. Prasad, H. Freitas. 2010. Potential of siderophore-producing bacteria for improving heavy metal phytoextraction.*Trends Biotechnol.,* 28 : 142-149.

Singh A.K., R Rautela, S.Cameotra. 2014. Substrate dependentin vitro antifungal activity of *Bacillus* sp strain AR2. *MicrobCellFact* ., 13:67-78.

Shemesh, M.; Chai, Y. 2013. A combination of glycerol and manganese promotes biofilm formation in *Bacillus subtilis* via histidine kinase kind signaling. *J. Bacteriol.*, 195: 2747–2754.

Shemesh M., R. Kolter, R. Losick. 2010. The Biocide Chlorine Dioxide Stimulates Biofilm Formation in *Bacillus subtilis* by Activation of the Histidine Kinase KinC . *Journal of Bacteriology*, 192 (24):6352–6356.

Sotirova, A. V., Spasova, D. I., Galabova, D. N., Karpenko, E., & Shulga, A. 2008. Rhamnolipid– biosurfactant permeabilizing effects on gram-positive and gram-negative bacterial strains. *Current microbiology*, 56(6), 639-644.

Sotirova, A., Avramova, T., Stoitsova, S., Lazarkevich, I., Lubenets, V., Karpenko, E., & Galabova, D. 2012. The importance of rhamnolipid-biosurfactant-induced changes in bacterial membrane lipids of *Bacillus subtilis* for the antimicrobial activity of thiosulfonates. *Current microbiology*, 65(5), 534-541.

Stein T. 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses andspecific functions. *MolMicrobiol.*, 56:845–857.

Tabbene O., I. Slimene. 2009. Optimization of Medium Composition for the Production of Antimicrobial Activity by *Bacillus Subtilis* B38.*Biotechnol.Prog.*, 25 (5): 1267-1274.

Wang X., H. Lu¨nsdorf, I. Ehre´n, A. Brauner, U. Ro¨mling. 2010. Characteristics of Biofilms from Urinary Tract Cathetersand Presence of Biofilm-Related Components in *Escherichia coli*.*CurrMicrobiol* , 60:446–453

Wei Y.H., I.M. Chu. 1998. Enhancement of surfactin production in iron-enriched media by *Bacillus subtilis* ATCC 21332. *Enzyme Microb. Technol.*, 22: 724–728

Wei, I., M. Chu. 2002. Mn^{2+} improves surfactin production by Bacillus subtilis. *Biotechnol. Lett.*, 24:479–482.

Zeriouh, H., de Vicente, A., Pérez-García, A., & Romero, D. 2014. Surfactin triggers biofilm formation of *Bacillus subtilis* in melon phylloplane and contributes to the biocontrol activity. *Environmental microbiology*, 16(7), 2196-2211.

DISEASES OF CORN IN THE BLACK SEA STEPPE OF UKRAINE

G. A. Balan[1*], Y. I. Enakiev[2], B. P. Elenov[2]

[1]Odesa State Agrarian University, Ukraine
[2]Nikola Poushkarov Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection, Agricultural Academy,Sofia, Bulgaria
fitoizr@gmail.com

Abstract

An analysis of the phytosanitary condition of corn grown on the Black Sea steppe of Ukraine was performed. The species composition of the Pathogenic fungal community has been determined and specified. The degree of spread and development of diseases of 3 maize hybrids, different in their biological characteristics, was determined: "Flagman", "Odessa 346 MV", "Kremen 200 SV”. Field and laboratory studies have been conducted, the factors contributing to the development of diseases have been analyzed.

Key words: pathogens, microflora, corn, diseases.

Introduction

Ukraine is a European agricultural country with fertile soils and a favorable climate for growing large crops. The modern agro-industrial complex of Ukraine needs to rationally use natural land resources, fertilizers and plant protection products, taking into account the peculiarities of the cultivated crops and the correct composition of the crop rotations, introduction in the production of modern technologies for growing highly productive varieties and hybrids, to provide the population with high quality food.

The main food products are traditionally grain crops, among which special attention is paid to corn. Corn is one of the most important agricultural crops in the world, it is the most productive grain crop with a wide universal purpose, grown for food, fodder and for technical purposes. For Ukraine, corn is an extremely important crop from the point of view of animal husbandry, it provides the industry with a variety of feed, concentrates and silage with green mass. In Ukraine, the area for sowing maize occupies about 5.0 million hectares for green fodder and about 17.0 million hectares of arable land for silage (Kutsenko et al., 2015).

Corn is characterized by great biological potential, which is realized through the use of intensive cultivation technologies. To get a good harvest of high quality, corn must constantly fight pests that have a negative impact on the plant in general and on the quality of the crop in particular.

Diseases of corn

A major role in the cultivation of corn is played by diseases, which are around 50. The most harmful among them are *Fusarium* diseases (pathogens of the genus *Fusarium Link*), which develop in the germination phase, on adult plants, can damage the root system, stem, cobs. *Fusarium* wilt is dangerous primarily from mycotoxins, which release the causative agents of this disease (Balan, 2021). *Fusarium* wilt reduces yields, and signs of grain contamination in the batch significantly reduce the cost of agricultural production. Poor quality feed causes problems in animal nutrition, and the use of foods contaminated with mycotoxins is very dangerous to human health and can lead to death (Balan, 2020).

No less dangerous are head diseases. *Bubblehead* fever is one of the most harmful diseases that develops in the cultivation of corn (caused by the fungus *Ustilago zeae Unger*). The harmful effect of the ash head is of great negative importance (the cause is the fungus

Sorosporium reilianum Mc Apl.f.). Head vesicles most often have an external manifestation on the young leaves and cobs. In some cases, they develop on the aerial roots, which are located on the stems. The affected buds from the rudiments of leaves and stems change into head growths and actively grow, many times exceeding their original appearance (Balan, 2021). Other lesser known but no less dangerous diseases are also found in corn. *Cephalosporosis (Cephalosporium acremonium Cda)* – a vascular infection of maize that spreads to the seeds, has a latent development for some time, and then dries the plant during periods of lack of moisture. *Diplodiasis* (*Diplodia zeae Lev.)* – is a common disease of corn, which is called dry rot of corn.

The pathogen secretes neurotoxins that affect the nervous system of animals, they lose appetite, become lethargic and slowly gain weight. *Sclerosporosis* (*Sclerospora maydis Butler* or white-yellow stripe) may cause insufficient yield of green mass and seeds up to 10%. Excessive moisture and high temperatures, especially late sowing of corn, develop brown spot or Helminthosporiosis (*Dlechslera turcica*).

Stem and root rot

Stem and root rot are very common: *Fusarium* rot (fungi of the genus *Fusarium*), coal rot (*Sclerotium bataticola Taub.),* white rot (*Whetzelinia sclerotinia*), bacterial stem rot (bacteria *Pseudomonas holci Kendra, Erwinia carotovora pv. Carotovora Bergey et al. u Erwinia dissolvens Beorkh*). Maize crops, especially during the second half of the growing season, are found diseases characterized by rot of stems and roots.

Diseases of the cobs and seeds

During ripening and storage, diseases spread on the cobs and seeds: *Fusarium* (*Fusarium Link*), nigrosporosis (*Nigrospora oryzae Petch*), red rot (*Fusarium graminearum Schwabe),* gray rot *(Rhizopus maydis),* bacteriosis of the cobs (*Bacillus merenter),* molds on the cobs and grains *(gray-green mold, dark mold, pink mold).* There are no immune varieties and hybrids of corn for mold. Early-maturing hybrids and varieties, as well as those with yellow or light yellow grains, are less affected in the field.

Bacterial and viral diseases

In addition to the listed bacterial diseases – bacterial rot of the stem and bacteriosis of the cobs, the famous bacterial spot *(Pseudomonas syringae pv. Syringae Young et al*), leaf bacterial spots (*Corynebacterium michiganse pv. Nedraskense Young et al*) and bacterial wilt of corn (*Erwinia* maize *stewartii (Smith) Dye (Aplanobacter stewartii Mc. Cull*). The latter disease is subject to quarantine for Ukraine. Eight viral diseases of maize have been reported, most of which are common in tropical and subtropical regions. In Ukraine, there are only three viral diseases of corn – pupa (*Siberian oats mosaic virus*), striped *(Maize streak virus*) and dwarf mosaic (*Maize dwarf mosaic virus in Sorghum red stripe virus*) (Balan et al., 2020).

Purpose, conditions and methodology of the research

The main goal of the scientific work is to analyze the phytosanitary condition of the grown corn. The studies were conducted under the conditions of agriculture "Velchu" (Kubey village, Odessa region, Ukraine) in 2019-2020. The experimental fields are located in the typical conditions of the Black Sea steppe on a flat relief and the southern chernozems. This area is characterized by deep groundwater, which cannot be used by maize plants. Determining the species composition, spread and development of diseases, great

importance is attached to the meteorological conditions observed during the growing season. The climate of the region is characterized by extremely dry summers. According to long-term data of the agrometeorological station Odessa, the average annual air temperature is +9.6 °C, with a maximum temperature of 30 °C for 24 days a year. The sum of temperatures above 100 °C reaches 3200-3400 degrees. The amount of precipitation per year is on average about 350-390 mm, and for the period with temperatures above 100 °C – 230-245 mm. The annual relative humidity is 62%. The hydrothermal coefficient (HC) is 0.7-0.8.

Research has been conducted in the field and in the laboratory. The degree of spread and development of pathogens is determined, the factors contributing to the development of diseases are analyzed. The object of the study are the causes of infectious diseases on 3 hybrids of corn, different in their biological characteristics: "Flagman", "Odessa 346 MV", "Kremen 200 SV". In order to detect corn diseases in a timely manner, a systematic field route study of technical crops in the optimal growing season was conducted: 2-3 leaves, the phase of full maturity, overripe stems. The analysis of plant disease damage was performed visually. The spread and development of diseases are reported. To identify pathogens, phytopathological studies of the affected parts of the plant were performed, external examination and microscopy were used. The plant material was further studied by a biological method. Diagnosis of pathogenic microflora is made during the formation of sporulation. The work uses generally accepted methods of field and laboratory research (Grisenko & Dudka, 1980; Popkova, & Shmigli. 1987; Chumakov, 1974).

The diagnosis of maize diseases was made according to the characteristic external signs of manifestation, which were confirmed as a result of laboratory phytopathological examination. Bubble spots are defined in the field in the presence of balloon-like formations of various shapes and sizes on the affected leaves and stems, internodes, leaf base, on cobs, panicles and aerial roots. The ash head is diagnosed with the defeat of the cobs and panicles. They were completely destroyed and turned into black spores, they were sprayed when touched, and the fork turned into a knot.

The *Fusarium* on the cobs is fixed in the form of a white-pink color, which eventually completely destroys the cob, and the grains turn brown and are destroyed. *Fusarium* wilt of the stem was determined on the stems in the form of browning, change in color of the stem to light green, breakage and lodging of the affected plants and by a characteristic pink color. Stem charcoal rot has been identified on the stems in the form of browning and discoloration of the lower stem and root, black sclerotia formed under the epidermis in the form of dots, the parenchyma of the core is destroyed, the stem is dried, some of the plants are lying down.

The root rot of the *Fusarium* was determined by the browning of the sprouts and the root, the death or underdevelopment of the root system, the blackening of the roots, the slowing down of the growth, the leaves wither, some plants die.

The monitoring of the phytosanitary condition of the maize hybrids "Flagman", "Odessa 346 MB" and "Kremen 200 SV" allowed us to determine the extent of spread and development of the diseases and to identify the most common diseases.

Results and discussion

The field route of maize crops in order to detect signs of plant diseases allowed us to define the following species composition of pathogens shown in Table 1.

The degree of spread and development of the diseases was determined: ash head affected 3.8%-7.9% of the plants with a degree of development of 1 point. Bubbleworm spreads in 9.3%-11.6% of plants at 1 point of development. *Fusarium* head blight was developed on 11.2-12.6% of the plants of hybrids “Odessa 346 MB” and “Kremen 200 SV” with development up to 2 points. The “Flagman” hybrid was less affected by cob fusariosis,

up to 4.6% of the plants at 1 point development. Stem rot (coal rot) spreads to 5.8% of the plants of the hybrid “Odessa 346 MB” and 8.1% of the plants of the hybrid “Kremen 200 SV” with the development of 1 point. Stem rot (*Fusarium* rot) of the “Flagman” hybrid spreads to 8.4% of plants with development up to 1 point. Root rot (*Fusarium* rot) was registered in hybrids “Odessa 346 MV” with 8.6% and “Kremen 200 SV” with 13.8% with development up to 1 point. Diseases such as cob bacteriosis and viral mosaic have not been identified by visual signs.

For the development of infectious diseases of corn is strongly influenced by meteorological conditions of the Black Sea steppes of Ukraine during the growing season, is characterized by sharp temperature changes of 15 °C to 45 °C, against the background of significant deficiency and precipitation, which does not contribute to development mass of corn infectious diseases.

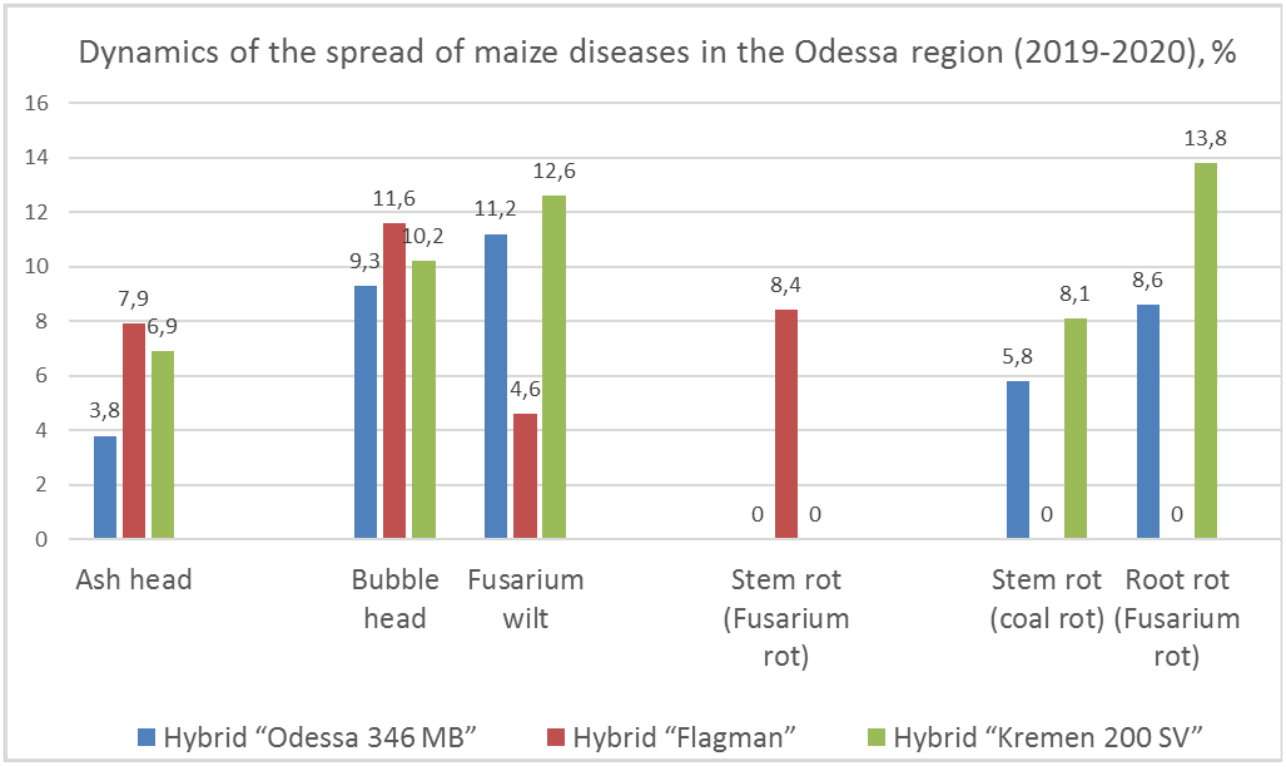
Table 1. Types of composition of corn disease in the Odessa region in 2019-2020

Name of disease	Cause	Signs of damage (symptoms of the disease)	Source of infection
Bubble head	*Ustilago zeae*	The bubbles form swellings of different shapes and sizes relative to the leaves, stems, internodes, leaf sheaths, cobs, panicles and on the aerial roots.	Teliospores in bubbles in the soil, on the seeds.
Ash head	*Sorosporium reilianum* McAplf	The cobs and panicles are completely destroyed and are turned into a black mass of teliospores, which are scattered when touched, a knot is formed in the place of the cob.	Contaminated soil from spores and seeds.
Fusarium on head	A fungus of the genus *Fusarium*	The cobs form a white-pink color, over time it completely destroys the cobs, karyopsis, turns brown and collapses.	Infected seeds and sclerotia on plant debris.
Stem rot (*Fusarium* rot)	A fungus of the genus *Fusarium*	Stem rot, browning, light green stem, breakage and lodging of the affected plants, pink color is present.	Infected seeds and plant debris.
Stem rot	*Sclerotium batoticola Taub.*	Causes browning or discoloration of the underside of the stem and root. Beneath the epidermis there are small black sclerotia in the form of dots. The parenchyma of the core is destroyed, the stem dries or disintegrates and breaks easily.	Mycelium sclerotia, plant residues, seeds
Root rot (*Fusarium* rot)	A fungus of the genus *Fusarium*	Darkening of the sprouts and roots, death or underdevelopment of the root system, blackening of the roots, growth retardation, the leaves wither, after which some plants may lie down.	Chlamydospores, mycelium, plant debris, seeds.

As a result of phytosanitary monitoring of 3 maize hybrids in the production conditions of the farm "Velchu" in the Bolgrad region of Odessa region, 6 main diseases of fungal origin were diagnosed:

- 1 disease – root rot (*Fusarium* rot);
- 1 disease – stem rot (*Fusarium* rot);
- 1 disease – stem rot (*Coal* rot);
- 3 diseases – cob damage (*Fusarium* head blight, ash and blister head).

Dynamics of the spread of maize diseases in Odessa region, Ukraine in 2019-2020 is shown in Figure 1.



**Bacteriosis of the cobs and Viral mosaic by visual signs in the Odessa region in the period 2019-2020 were not identified.*

Figure 1. Dynamics of the spread of maize diseases in the Odessa region (2019-2020), %

Based on the results of the research we were able to diagnose mainly the causes of fungal diseases of corn, namely ash, which affected 3.8% of the plants of the hybrid “Odessa 346 MB”, 7.9% of plants of the hybrid “Flagman” and 6.9% from plants of hybrid “Kremen 200 SV”. The degree of development of the disease was within 1 point. Bubblehead was identified on 9.3% of the plants of the hybrid “Odessa 346 MB”, on 11.6% of the plants of the hybrid “Flagman” and 10.2% of the plants of the hybrid “Kremen 200 SV” with the development of 1 point. *Fusarium* head grows on 11.2% of the plants of the hybrid “Odessa 346 MB” and 12.6% of the plants of the hybrid “Kremen 200 SV” with development up to 2 points.In the “Flagman” hybrid, 4.6% of the plants are affected by *Fusarium* on the cob with the development of 1 point. Particular attention was paid to stem damage and root rot. In the hybrid “Odessa 346 MB”, the stem coal rot spreads to 5.8% of the plants, in the hybrid

“Kremen 200 SV” to 8.1% of the plants. The development is almost identical to 1 point. *Fusarium* head rot of the “Flagman” hybrid spreads to 8.4% of plants with development upto 1 point. The root form of fusarium rot was registered in hybrids “Odessa 346 MV” with 8.6% and “Kremen 200 SV” with 13.8% with development up to 1 point. Diseases such as cob bacteriosis and viral mosaic have not been identified by visual signs.

In general, the agro-climatic conditions of the Black Sea steppe of Ukraine (high temperatures and lack of precipitation) do not contribute to the mass development of diseases, but with periodic increase in humidity against high temperatures, epiphytic foci of pathogens may occur, which is why regular to monitor the phytosanitary condition of the crops, to conduct route field studies with further laboratory phytopathological examination.

Conclusion

1. An analysis of the phytosanitary condition of maize has been carried out, the species composition of the main diseases has been determined and specified. As a result of phytopathological examination of 3 maize hybrids in the production conditions of the farm "Velchu" in the Kubey village, Odessa region, Ukraine 6 main diseases of fungal origin were diagnosed. One - root rot (*Fusarium* rot), one – stem rot (*Fusarium* rot), one – stem rot (coal rot), three – diseases affecting mainly the cob (*Fusarium* head blight, ash and bubble rot).

2.The degree of spread and development of the diseases was determined: ash head affected 3.8%-7.9% of the plants with a degree of development of 1 point. Bubbleworm spreads in 9.3%-11.6% of plants at 1 point of development. Fusarium head blight was developed on 11.2-12.6% of the plants of hybrids “Odessa 346 MB” and “Kremen 200 SV” with development up to 2 points. The “Flagman” hybrid was less affected by cob fusariosis, up to 4.6% of the plants at 1 point development. Stem rot (coal rot) spreads to 5.8% of the plants of the hybrid “Odessa 346 MB” and 8.1% of the plants of the hybrid “Kremen 200 SV” with the development of 1 point. Stem rot (*Fusarium* rot) of the “Flagman” hybrid spreads to 8.4% of plants with development up to 1 point. Root rot (*Fusarium* rot) was registered in hybrids “Odessa 346 MV” with 8.6% and “Kremen 200 SV” with 13.8% with development up to 1 point. Diseases such as cob bacteriosis and viral mosaic have not been identified by visual signs.

3. The development of infectious diseases of maize is significantly influenced by the meteorological conditions of the Black Sea steppe of Ukraine during the growing season, characterized by sharp temperature drops from 15 °C to 45 °C against a background of significant rainfall, which did not contribute to the mass development of infectious diseases of maize.

Reference

Balan G. A. 2020. Analysis of the phytosanitary state of the main Agricultural crops of the south Steppe of Ukraine. IV International Eurasion Agriculture and Natural Sciences Congres. p. 153.

Balan G. A. 2021. Peculiarities of pathogenesis of maize diseases in the conditions of the Black Sea steppe of Ukraine. Proceedings of the Ukrainian scientific-practical conference "Modern technologies and plant protection systems". Kherson State Agrarian - Economic University. Kherson, Ukraine. 66-69.

Balan G. A. 2020. Phytosanitary condition of corn in the south of Odessa region. Proceedings of the International scientific-practical conference of the Faculty of Plant Protection of KhNAU. V. V. Dokuchaeva, Kharkiv, Ukraine, 20-23.

Balan, G. A., Y. I. Enakiev, B. P. Elenov. 2020. Pathogenic sunflower microflora in the southern steppe of Ukraine. Proceedings of the scientific forum with international

participation “Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization”. Volume 2. Sofia, Bulgaria. 30-35.

Grisenko G. V., Dudka E. L. 1980. Methodology of phytopathological research in corn. Dnepropetrovsk, Ukraine. p. 62.

Kutsenko O. M., M. Ya. Dmitrichak, B. B. Lyashenko. 2015. The most common crops. Cereal grains, legumes. Tubers: Tutorial. Poltava, Ukraine. p. 80.

Popkova, K. V., V. A. Shmigli. 1987. Methods for determining diseases and pests of agricultural plants. Agropromizdat. Moscow, Russia. p. 224.

Chumakov A. E. 1974. The main methods of phytopathological research. Kolos. Moscow, Russia. p. 124.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИЛИ И МОМЕНТИ В ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ С ПОМОЩТА НА ТЕНЗОСЪПРОТИВИТЕЛЕН ИНТЕГРИРАЩ ИЗМЕРВАТЕЛЕН ПЕРИОДОМЕТЪР

Свилен Стоянов*, Десислава Михайлова

Добруджански Технологичен колеж, Технически Университет, Варна,
svilen.stoyanov@tu-varna.bg

Резюме

В настоящия доклад е разработен вариант на измервателна система за изследване на сили и моменти в прецизното земеделие. Използването на интегриращ измервателен тензосъпротивителен периодометър позволява увеличаването на броя на измерванията за единица време, което дава възможност за измерване на бързо изменящи се процеси и регистриране на случайни пикови натоварвания. Измервателната система може да работи с всякакви тензосъпротивителни измервателни мостове, които са монтират на приспособления - собствена конструкция. Получените резултати са представени в табличен и графичен вид, като са направени и съответните изводи.

Ключови думи: измерване, моменти, периодометър, прецизно земеделие, сили, тензомост

INVESTIGATION OF FORCES AND MOMENTS IN PRECISION AGRICULTURE WITH THE HELP OF STRAIN-RESISTANCE INTEGRATING MEASURING PERIOD TRANSDUCER

Svilen Stoyanov*, Desislava Mihaylova
Dobrudzha College of Technology ,Technical University of Varna,
svilen.stoyanov@tu-varna.bg

Summary

In this report has been developed a variation of a measuring system for studying forces and torques in precision agriculture. The use of an integrative measuring strain gauge period transducer allows the increase in the number of measurements per unit time, which makes it possible to measure rapidly changing processes and record random peak loads. The measuring system can work with any strain gauge measuring bridges, which are mounted on devices - own construction. The obtained results are presented in tabular and graphical form, and the corresponding conclusions are made.

Key words: measurement, torques, period transducer, precision farming, forces, strain gauge

Въведение

Измерването на сили и моменти в прецизното земеделие подставя множество проблеми, като най-важните са постоянно нарастващите изисквания по отношение на точност, разширяване на измервателните обхвати, запис и анализ на получените резултати.

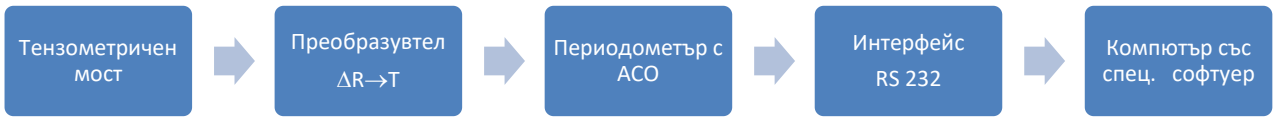
Във всяка съвременна земеделска машина има изчислителното устройство – тип борд-компютър с възможности за извършване на множество режимни измервания, необходими за работата на машината.

Интерес представляват допълнителните измервания, при които се отчита натоварването на прикачния инвентар в процеса на работа(Gobbi, 2005), (Malon, 2020), (Nguyen, 2009). Като пример може да се даде натоварването на навесната система на трактора, при която често се получават дефекти при недопустими натоварвания.

Разработването на такива устройства за следене на натоварването в реално време би довело до намаляването на отказите при селскостопанските машини и специализираните машини в горските стопанства (Stefanov, 2019).

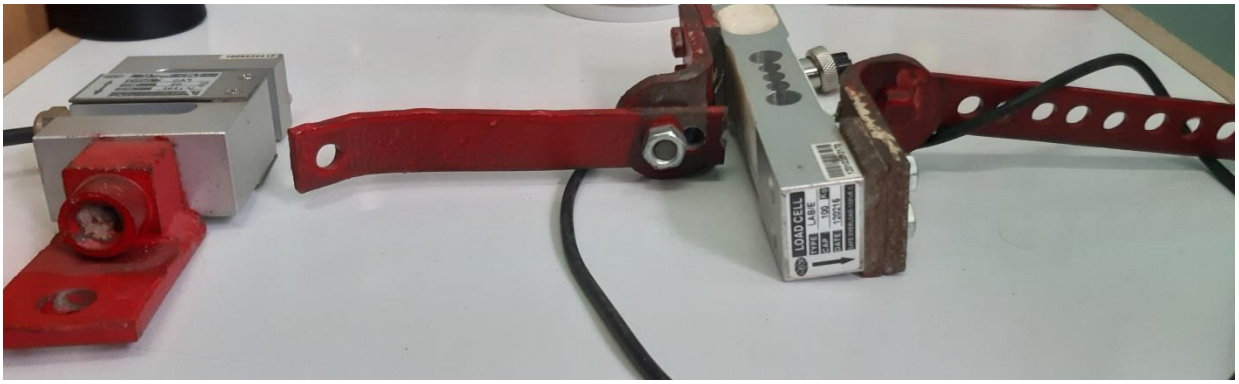
Обект за изследване, методи.

Обект за изследване е тензосъпротивителна измервателна система за измерване на сили и моменти. Разработена е на основата на двустранен интегриращ измервателен периодометър. Преобразувателят$\Delta R \rightarrow Te$ реализиран по метода на правото разгъващо преобразуване. Този метод е основан на формирането на разгъваща функция, чийто аналитичен израз включва в себе си измервания параметър, и на фиксирането на момента, в който тази функция достига предварително зададена стойност. Преобразувателите, реализиращи този метод се отличават с висока точност, бързодействие и линейност на уравнението на преобразуване. Съществено предимство на метода е, че измерването може да се осъществи в рамките на един или няколко периода, докато измерването на честота се осъществява за секунда или части от секундата. Това предполага увеличаването на броя на измерванията за една секунда при изследване на бързоизменящи се процеси със същата простота на схемната реализация. Блок-схема на измервателната система е показана на фиг.1.



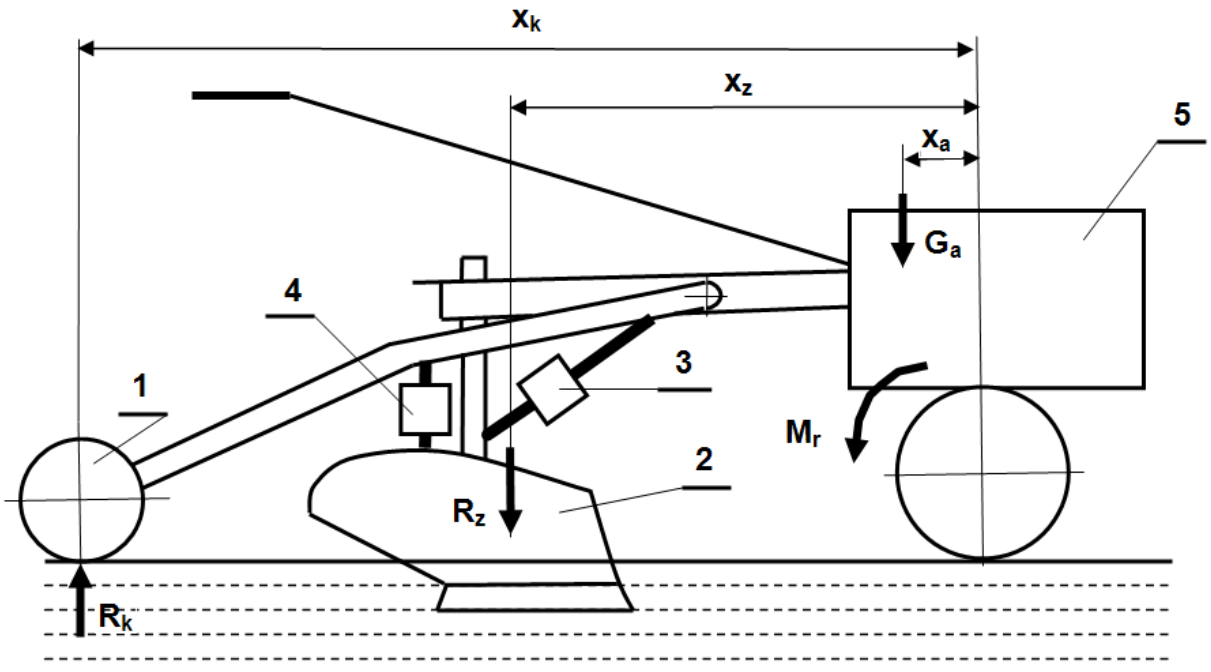
Фиг.1. Блок-схема на измервателна система
Fig. 1. Block diagram of the measuring system

Измерването се извършва с измервателни тензометрични мостове с 2 активни датчика (полумост) и 4 активни датчика (пълен мост). Първият вариант се предпочита при по-големи силови натоварвания, а вторият при измерване на моменти, при по-малки силови натоварвания, при изисквания за повишена точност, температурна компенсация и др. В случая експерименти се предвиждат с два пълномостови фабрични тензодатчици с максимално натоварване 100 и 200кг- фиг. 2 със съответните приспособления за закрепване.След преобразуване на изменението на съпротивлението на тензодатчиците ΔR в период T, сигналът се подава на периодометър с автоматична смяна на обхватите и посредством интерфейс RS232 на компютър със специализиран софтуер.



Фиг.2.Тензодатчици с приспособления за закрепване(ляв- опън-натиск, десен- опън)
Fig. 2. Strain gauges with mounting fixtures (left one-tension-pressure, right one-tension).

Датчиците ще бъдат монтирани на мотоблок HSD1G-75-фиг-3, за измерване на теглителната сила Fx и вертикалната сила в опорното колело R_k при различни технологични операции на обработка на почвата(Demirev, 2017). Възможно е да бъдат монтирани и на други машини при изработване на допълнителни приспособления.



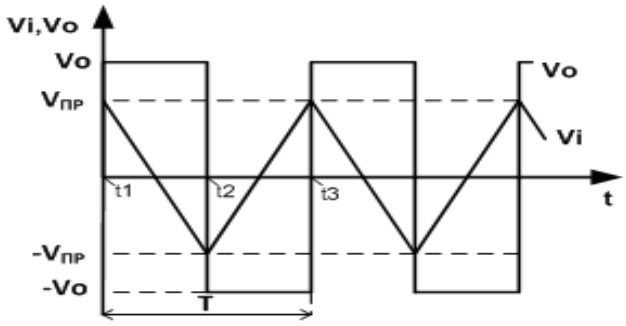
Фигура 3. Схема на агрегата. 1- опорно колело, 2- плужно тяло, 3 и 4- тензометрични сензори, 5- мотоблок.
Figure 3. Scheme of the unit. 1- support wheel, 2 - plow body, 3 and 4 - strain gauges, 5- driving block.

Изследването на възможностите на измервателна система ще бъде направено първоначално по метода на математичното моделиране на измервателния преобразувател$\Delta R \rightarrow T$.

Резултати и обсъждане.

1. Моделиране на измервателния преобразувател.

Измервателният преобразувател ΔR→T е моделиран в Multisim – фиг.5. а на на фиг.4 е представена времедиаграмата на работа. Симулиран е при работа с полумост и двуполярно захранващо напрежение 15V.



Фиг. 4. Времедиаграма на преобразувателя
Fig. 4. Time diagram of the transducer.

Схемата се състои от два основни блока – релаксационен генератор], и преобразувател на разбаланса на моста в напрежение (ПРМН)(Stoyanov, 2013). Релаксационият генератор се състои се от интегратор ОА1 с времезадаваща верига R_1C_1 и компараторU_1. Схемата генерира автоколебания на зададена честота с период Т. Автоколебанията се получават благодарение на въведената в компаратора с помощта на резисторите R_{10}безинерционна положителна обратна връзка и на въведената с помощта на интегратора (ОА1) инерционна отрицателна обратна връзка. ПРМН се състои от диференциален усилвател U_2, делител на напрежение R_2R_3 и тензометричен мост с датчициR_5R_6 $R_{11}R_{12}$.

Поради симетричността на процесите в двата полупериода T_1 и T_2–фиг.4 за целия период Т се извежда:

$$T = T_1 + T_2 = 4\tau\frac{R_2}{R_{10}} + 2\tau k\frac{R_2}{R_{10}}\delta R \qquad (`1)$$

където:

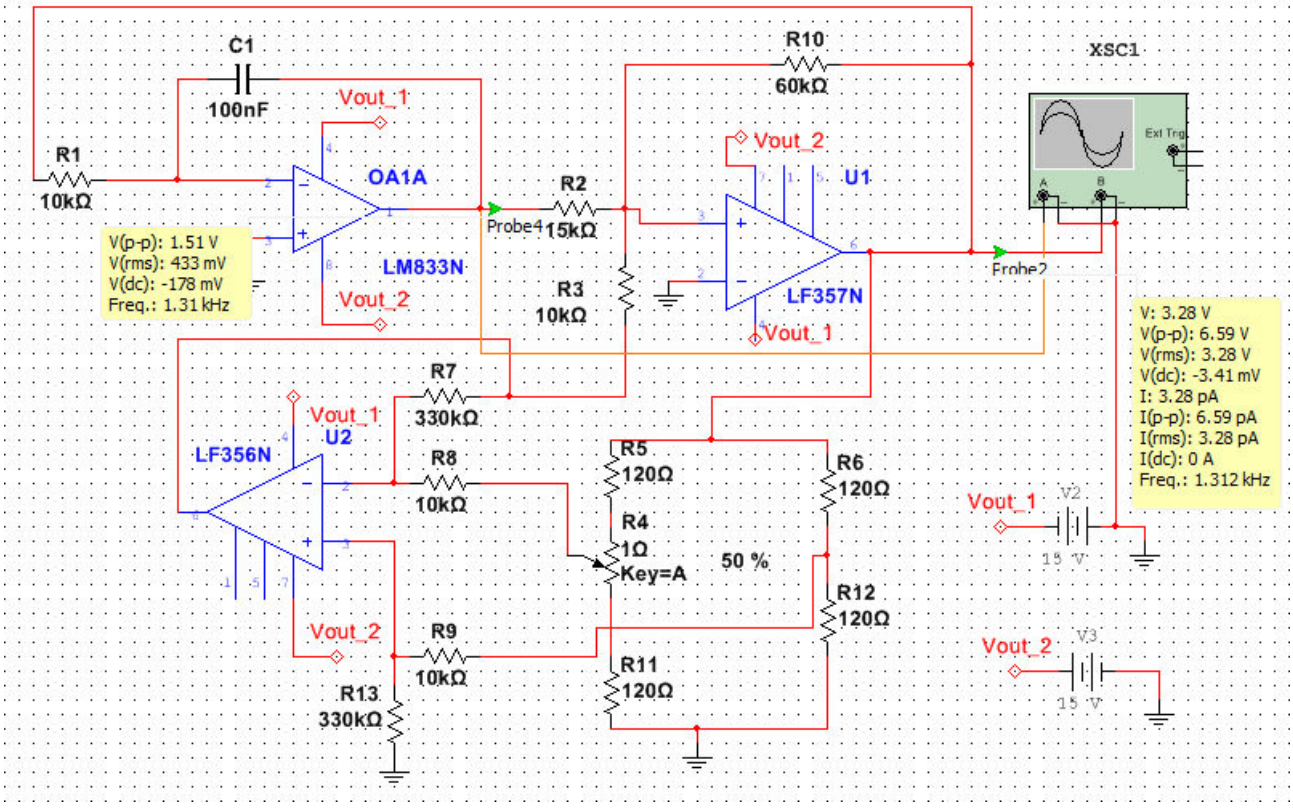
- $4\tau R_2/R_{10}$ – начално отместване на изходния период
- $2\tau kR_1/R_3\delta R$ –изменение на изходния период

$\tau = R_1*C_1$ – времеконстанта на интегриране на интегратора

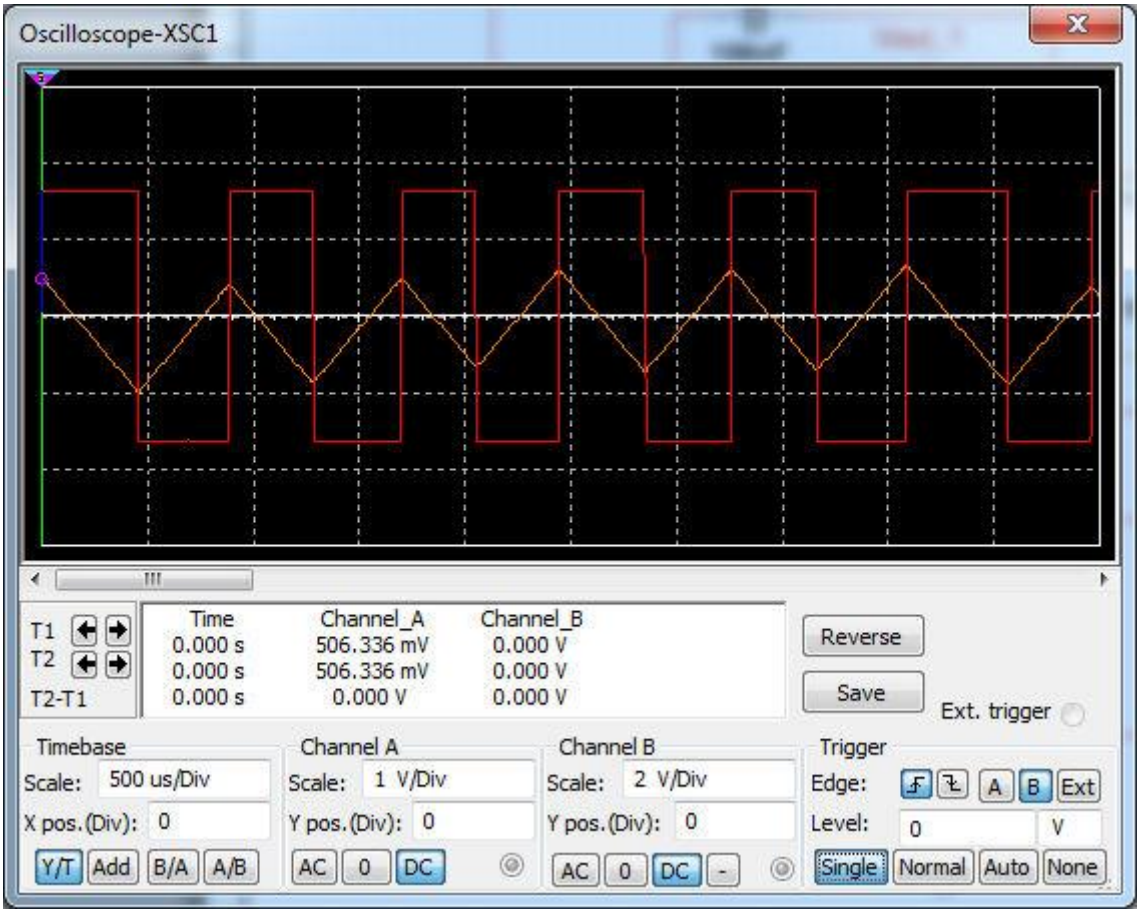
к – коефициент на усилване на диференциалния усилвател

На фиг.6 са показани времедиаграмите от симулацията, като се виждат правоъгълните импулси в червен цвят от изхода преобразувателя V_{out}, която е и изход на компаратора и характерните триъгълни импулси на изхода на интегратора V_I.в оранжев цвят.

Изходният период на преобразувателя е 762,2 μs, което съответства на честота 1,312 kHz. Различията в симулираните и получените експериментални резултати се дължат на несъвършенствата на математичните модели на елементите в симулационната програма, толерансите на използваните елементи, вида на ОУ и др.



Фигура 5. Симулационен модел на двустранен интегриращ преобразувател ΔR→T
Fig. 5. Simulation model of the bilateral integrating transducer ΔR→T.



Фигура 6. Времедиаграми на двустранен интегриращ преобразувател ΔR→T
Fig. 6. Simulation time diagrams of the bilateral integrating transducer ΔR→T.

На фиг.6 са показани времедиаграмите от симулацията, като се виждат правоъгълните импулси в червен цвят от изхода преобразувателя V_{out}, която е и изход на компаратора и характерните триъгълни импулси на изхода на интегратора V_I.в оранжев цвят.

Изходният период на преобразувателя е 762,2 μs, което съответства на честота 1,312 kHz. Различията в симулираните и получените експериментални резултати се дължат на несъвършенствата на математичните модели на елементите в симулационната програма, толерансите на използваните елементи, вида на ОУ и др.

2. Разработване на експериментална постановка.



Фиг.7. Експериментална постановка
Fig. 7. Experimental setting

Реализиран е експериментален модел на измервателната система със стойности на елементите, които са използвани в стимулационния модел – фиг.7.Захранващо напрежение- двуполярно стабилизирано 15V, възможно е използването и на инвертор(Bachiyski, 2013). Използваните операционните усилватели са LM833N за интегратора и LF356N за компаратора и диференциалния усилвател. Всички резистори са с толеранс ±1%, кондензатора в интегриращата веригае с толеранс ±2%. Съпротивленията на тензодатчиците са: R=120Ω, коефициент на усилване на диференциалния усилвател KDA=33. За първоначална проверка на схемата се включва образцова резистивна декада със стъпка 0,1Ω, която симулира изменението на съпротивлението на тензодатчиците двустранно с максимален разбаланс на резистивния мост ΔR=±0,5Ω. Основният период се генерира при нулево натоварване на тензодатчиците и той се избира по такъв начин, че при максимален разбаланс ΔR=±0,5Ω измервателната система да запазва своята линейност на показанията. Двустранното симулиране е необходимо за установяване работоспособността при двустранен разбаланс - тип опън-натиск. Това е от особена важност за работата на преобразувателя, тъй като този клас преобразуватели гарантират линейност само в предварително определен измервателен диапазон, който е зависим от периода при нулево натоварване. При други натоварвания е необходимо пренастройване на схемата, т.е изместване на периода.

При така зададените параметри са получени следните резултати: начален период (при балансиран мост) T= 623μs, което отговаря на начална честота f_0=1605Hz.

3. Тариране на измервателната система

Тарирането на измервателната система е показано на фиг.8, а получените резултати – табл.1 и фиг.9. Датчикът за измерване на осовата сила – фиг.8А е двустранен – опън-натиск, а датчикът за измерване на вертикалната сила – фиг.8Б в опорното колело R_kе едностранен – само на опън, но е тариран и на натиск. Извършва с еталонни тежести. В таблица 1 е показано тариране с тежести до 3 кг. Тъй като преобразувателят е едноканален, първоначално се свързва с един от двата моста. Изходният сигнал се подава на периодометъра и посредством интерфейса RS 232 на COM Port на компютър със специално разработен и инсталиран софтуер WSystem_v1.0.Програмата има вграден калибратор, който изисква първоначална нулева стойност за периода и втора еталонна стойност за съответния период.

Осъществява се автоматичен запис и прехвърляне на данните в MS Excel. Периодометърът, интерфейса и софтуера са разработени от колектив на Добруджански технологичен колеж (ДТК) гр. Добрич и Високотехнологичен парк (ВТП) ТУ-Варна. При използване на тензомост №1 чувствителността (изменението на периода) е 1μs при въздействие със сила 2,4545N(4μs на килограм), а при тензомост №2е 1μs при въздействие със сила 1,22625N(2μs на килограм).

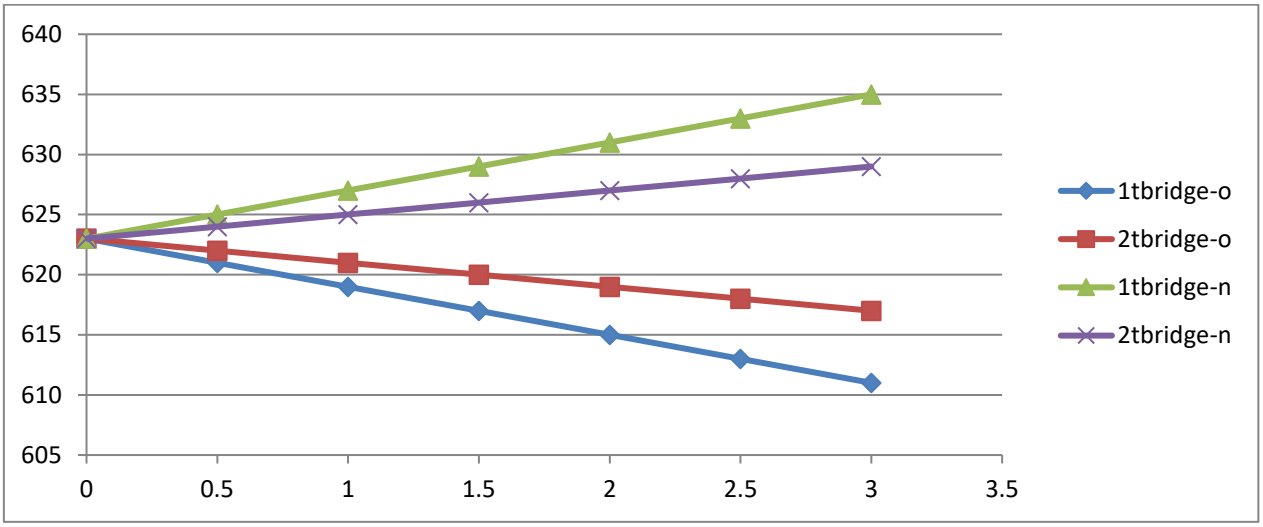
За потвърждаване на линейността на преобразувателя в измервателния диапазон е извършено допълнително натоварване на тензодатчиците със сила до 490,5 N (50kg.).

На фиг.8 В са дадени достигнатия период при по-голямо натоварване и вида на изходните импулси.



А Б В

Фиг 8. Тариране на датчиците
Fig.8 Tare the sensors



Фиг.9. Тариране на датчиците в режим опън-натиск
Fig. 9. Tare the sensors under tension-pressure mode

Таблица 1. Тариране на датчиците
Table 1. Tare the sensors under load

Натоварване на тензомоста	Тегло	Сила	1 тензомост		2 тензомост	
	G	F	T	f	T	f
Вид	kg	□	□s	Hz	□s	Hz
опън	0	0	623	1605,136	623	1605,136
опън	0,5	4,905	621	1610,306	622	1610,306
опън	1	9,81	619	1615,509	621	1615,509
опън	1,5	14,715	617	1620,746	620	1620,746
опън	2	19,62	615	1626,016	619	1626,016
опън	2,5	24,525	613	1631,321	618	1631,321
опън	3	29,43	611	1636,661	617	1636,661
натиск	0	0	623	1605,136	623	1605,136
натиск	0,5	4,905	625	1600	624	1600
натиск	1	9,81	627	1594,896	625	1594,896
натиск	1,5	14,715	629	1589,825	626	1589,825
натиск	2	19,62	631	1584,786	627	1584,786
натиск	2,5	24,525	633	1579,779	628	1579,779
натиск	3	29,43	635	1574,803	629	1574,803

Заключение

Разработената измервателна система е предназначена основно за измерване на механични сили и моменти, предимно в прецизното земеделие, но може да се използва и в специализирани машини, предимно в горските стопанства, разположени в терени с труден достъп. Направените до този момент изследвания на измервателната система показват устойчива работа в зададения измервателен диапазон. За анализ на работата на дадена машина са необходимо множество изследвания в реално време, което е предмет на последващи разработки.

Литература

Bachiyski S., Zaharieva S. 2013. “Development and investigation of anelectronic system for managing of independent single - phaseinverters,” Proceedings of theUniversity of Ruse, Vol. 52, series 3, 2013, ISSN 1311-3321, pp.102-105.

Demirev V, Mihaylov R.,.Stoianov S. 2017. Critical analysis of theoperation of a tiller, Proceedings of the University of Ruse, Vol. 56, series 1.1, ISSN 1311-3321, pp.14-17.

Gobbi M., Aiolfi M., Pennati M., Previati G., Levi F., Ribaldone M., Mastinu G.,2005. Measurement of the forces and moments acting on farm tractor pneumatictyres, Vehicle System Dynamics, No. 43, , pp. 412-433.

]Malon H. ,A. Ayuda, F. J. Garcia-Ramos , M. Vidal, and J. Cuartero. 2020. Application of Low-Cost Sensors for the Development of a Methodology to Design Front-End Loaders for Tractors. Hindawi Journal of Sensors, Article ID 3504389, 28 Feb. 2020, pp. 1-13.

Nguyen N., Matsuo T., Koumoto T. And Inaba S.2009. Transducers for measuring dynamic axleload of farmtractor. Bull. Fac. Agr., Saga Univ. No. 94, pp. 23-35.

Stefanov K.,Enakiev Y. I,. Baibekov R. F,. Belopukhov S. L. 2019. Basic principles in the operation of machines in forestry. Scientific Almanac, Issue 7-1, pp. 145-148, OOO-Consulting companyYukom, Tambov, Russia, (in Russian).

Stoyanov S., Stankov,S. Gigov H. 2013. Converter of bilateral imbalance of strain gaugein a period. Proceedings of theTechnical University of Varna, Vol. 2, ISSN 1311-896X (in Bulgarian), pp. 48-52.

РАЗРАБОТВАНЕ НА МАШИНА ЗА РЕСУРСОСПЕСТЯВАЩА РЕЗИТБА В НАСАЖДЕНИЯ С МАСЛОДАЙНА РОЗА

Снежан Божков[1], Атем Качанов[2], Цонка Гьорина[1]

[1] Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“,Селскостопанска Академия,[2] Казанлък, розопроизводител
bozhkov@mail.bg

Резюме

Резитбата е дейност от комплекса грижи в насаждения с маслодайна роза, която се извършва през всички етапи на отглеждане на маслодайното растение. Провеждането й цели формиране на здрави розови храсти и осигуряване на необходимите условия за постигане на високи добиви от качествен розов цвят.

Общият недостатък на използваните в розопроизводството технически средства за хоризонтална резитба, освен тясноспециализираното им предназначение, е че изрязаната растителна маса остава в реда с розовите растения. Извличането й в междуредието за нейната по-нататъчна обработка се извършва ръчно при значителни разходи на труд и време.

В доклада са представени резултати от изследване върху разработването на земеделска работна машина, която да позволява провеждането на всички резитбени операции за формиране на височината и изрязване близко до основата на розовите храсти с едновременно изнасяне на изрязаната растителна маса в междуредието. По идеен проект за техническо решение е създаден имитационен модел, с който са обосновани основни конструктивни параметри на машина за резитба на рози, определени са условията, осигуряващи нейната безопасна експлоатация в розопроизводителната практика.

Ключови думи: маслодайна роза, резитба, работна машина, имитационно моделиране, конструктивни параметри, напречна устойчивост.

DEVELOPMENT OF A FARM IMPLEMENT FOR RESOURCE-SAVING PRUNING IN OIL-BEARING ROSE PLANTATIONS

Snezhan Bozhkov[1], Atem Kachanov[2], Tsonka Gyorina[1]

[1] Nikola Pushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy, [2] Kazanlak, rose producer
bozhkov@mail.bg

Abstract

Pruning is an activity of the complex of care in plantations with oil-bearing rose, which is carried out during all stages of cultivation of the oil-bearing plant. Its implementation aims to form healthy rose bushes and provide the necessary conditions to achieve high yields of quality rose flowers.

The general disadvantage of the technical means for horizontal pruning used in rose production, apart from their narrowly specialized purpose, is that the cut plant mass remains in rows with the rose plants. Its extraction in the row spacing for its further processing is done manually at significant labor and time costs.

The report presents the results of a study on the development of a farm implement that will allow all pruning operations to form the height and close to the base cutting of rose bushes with simultaneous removal of the cut plant mass in between rows. According to the conceptual design for a technical solution, a simulation model has been created, with the help of which the basic design parameters of a farm implement for pruning roses and the conditions for its safe operation in rose production practice have been determined.

Key words: oil-bearing rose, pruning, farm implement, simulation modeling, design parameters, transverse stability.

Въведение

Резитба в насаждения с маслодайна роза се извършва през всички етапи на отглеждане на маслодайното растение. Провеждането й през първите три години след засаждането цели първоначално формиране на здрави розови храсти, а в следващите - осигуряване на необходимите условия за постигане на високи добиви от качествен розов цвят. В най-общ план резитбите могат да бъдат разграничени на хоризонтална, вертикална и селективна.

Хоризонталната резитба се състои в изрязване на надземни части на розовите храсти за оеднаквяване на растежа и създаване на еднакви условия за по-нататъшното им развитие. Разновидност на хоризонталната е резитбата за подмладяване на розовите насаждения, при която розовите храсти се изрязват близко до основата. Провежда се през 8-10 години с цел възстановяване на ритъма на развитие на храстите и добивите от тях (Atanasova et al., 2004; Atanasov et al., 2008). Извършва се и преди 8-та година, когато храстите са измръзнали в резултат на зимните студове, повредени са от градушка или по други причини (Doncheva, 2020).

Друг вид хоризонтална резитба е корегиращата. Препоръчва се да се провежда през три години. Извършва се непосредствено след цъфтежа и се състои в намаляване на височината на розовите храсти в границите на 1,1 – 1,3 m (Nedkov et al., 2005; Atanasov et al., 2008). Коригиращата резитба възстановява жизнеността на маслодайното растение и спомага за повишаване на добивите с почти 50% (Nedkov et al., 2005).

Ежегодно (след розобера и на пролет) в насажденията с маслодайна роза се практикува изрязване на върхните части на храстите, известно сред розопроизводителите като „горно кастрене“. Допринася за по-равномерното разпределение на цветните клонки по храста, спомага за увеличаването на добива на цвят (средно с 15-20%) и облекчава труда на розоберачите (Kanev et al., 2005).

Вертикалната резитба цели подобряване условията за провеждане на операциите от технологичния процес, свързани с грижите за растенията и прибирането на продукцията. Провежда се след розобера (при нужда и напролет) и се състои в намалява ширината на храстите.

Селективната резитба се провежда през всичките години на отглеждане на маслодайната роза с цел осигуряване на необходимите условия за развитие на розовото растение. Състои се в почистване на розовото насаждение от изсъхнала и поразена от болести и неприятели дървесина, отстраняване на летораст при прекомерно сгъстяване на растенията в реда, премахване на стари разклонения.

Всички резитби (без селективната) позволяват пълна механизация на технологичната операция.

В розопроизводителната практика са известни работни машини за хоризонтална и вертикална резитби, използвани за оформяне на короната на розовите храсти през различните етапи на отглеждане на маслодайната култура, както и за тяхното подмладяване. Всички те са тясно специализирани и в по-малка или по-голяма степен позволяват извършването на ограничен брой видове резитби в розовите насаждения. Общият недостатък на известните от близкото минало (Kanev

et al., 2005), използваните в съвременото розопроизводство и предлаганите на пазара различни видове[1,2] земеделски работни машини за оформяне контурите на розови храсти и подмладяване на розови насаждения е, че изрязаната растителна маса остава в реда с розовите растения. Извличането ѝ в междуредието е ръчно и изисква значителни допълнителни човешки и времеви ресурси.

Целта на изследването е разработване на земеделска работна машина, която да позволява провеждането в насаждения с маслодайна роза на всички резитбени операции за формиране на височината и изрязване в близост до основата на храстите с едновременно изнасяне на изрязаната растителна маса в междуредието.

Материали и методи

Изследването върху разработването на машина за ресурсоспестяваща резитба в насаждения с маслодайна роза се реализира, основавайки се на общите принципи на проектиране при създаване на технологии и машини за земеделието (Georgiev, 1985; Vezirov et al., 2004; Mastinu et al., 2006). На базата на литературен обзор, информация от интернет-пространството и чрез консултации с розопроизводители се установяват специфичните за развитието на маслодайното растение особености, имащи отношение към определянето на конструктивните параметри на работната машина, идентифицират се конструктивни и енергетични изисквания към земеделския трактор, който може да бъде използван при съставяне на машинно-тракторен агрегат (МТА) за реализиране на резитбена дейност в розови насаждения. Освен специфичните, се отчетат и общите изисквания към трактора и работната машина при съставяне на МТА, които се разглеждат основно в два аспекта (конструктивен и енергетичен): конструктивно съответствие на елементите за връзка между работната машина и трактора; мощностен потенциал, необходим за реализация на технологичната операция (Levi et al., 2010; Mandal et al., 2015; Zavrazhnov et al., 2019).

В рамките на изследването се разработва идеен проект за техническо решение на земеделска работна машина за резитба в насаждения с маслодайна роза, наричана по-нататък „машина за резитба на рози“ (МРР). С помощта на програмния продукт Solid Works се построява имитационен модел на машината, с който се определят основни нейни конструктивни параметри. Основа при определянето им са морфологичните особености на надземната част на маслодайните розови насаждения, информацията за които се получава от литературни източници (Staykov, 2003; Atanasova et al., 2004; Nedkov et al., 2005; Doncheva, 2020) и проведени предварителни проучвания. Условията при определянето на габаритите на МРР са:

- изпълнение на всички резитби за формиране на височината на розовите храсти в нови и цветодаващи насаждения с маслодайна роза;
- компактност на конструкцията, която да осигури безпрепятствено движение в розови насаждения и ивиците за маневриране;
- устойчивост на резитбения агрегат по време на работа.

Комплектацията на изпълнителния (резитбения) модул, видът на спомагателните модули, конфигурацията на оригиналните възли и елементи от конструкцията на МРР се определят от гледна точка осигуряване на здравина (коравина) и функционална пригодност за експлоатация в реални условия на машинно-тракторния агрегат, формиран на нейна основа. Изборът на материали за изработване на носещите елементи от конструкцията се извършва, базирайки се на анализа на получени чрез имитационно моделиране резултати за възникващите в нея напрежения и деформации от собствената маса и действащите външни натоварвания.

[1] via https://tractor.bg/product/trimer-za-rozi-orizzonti-75377
[2] via https://tigeragri.com/product-category/produkti/maschini-eterichnomasleni/sanidas/mashini-konturnarezidba/

Оразмеряването от кинематична гледна точка на задвижващия превод от тракторния вал за отвеждане на мощност (ВОМ) до изпълнителния елемент (режещия диск) се извършва, като се отчитат препоръките, относно скоростта на рязане (Georgiev, 1985) и апробирани в практиката резултати, касаещи близки по предназначение работни машини (Kanev et al., 2005).

В съответствие с идейния замисъл машината за резитба на рози е навесен тип работен инвентар, който се агрегатира към задния навесен (окачен) механизъм на земеделски трактор. Позиционирането на резитбения модул отстрани на трактора при работа оказва влияние на устойчивостта на МТА. Влиянието на МРР върху безопасността на движение на резитбения МТА се оценява с ъгъла на динамична напречна устойчивост (β_{dyn}). По данни на изследователи (Lyubenov, 1995; Kutkov, 1996) ъгълът β_{dyn} може да бъде изчислен с помощта на граничния ъгъл на статична устойчивост (α_{st}) със съотношението $\beta_{dyn} = (0,4 – 0,6) . \alpha_{st}$. Стойността на β_{dyn} е пряко свързана със скоростта на движения и нейното влияние върху интензивността на действие на динамичните фактори.

Резултати и обсъждане

Идеен проект за техническо решение

На фиг. 1 е представен идеен проект на земеделска работна машина за резитба в насаждения с маслодайна роза.

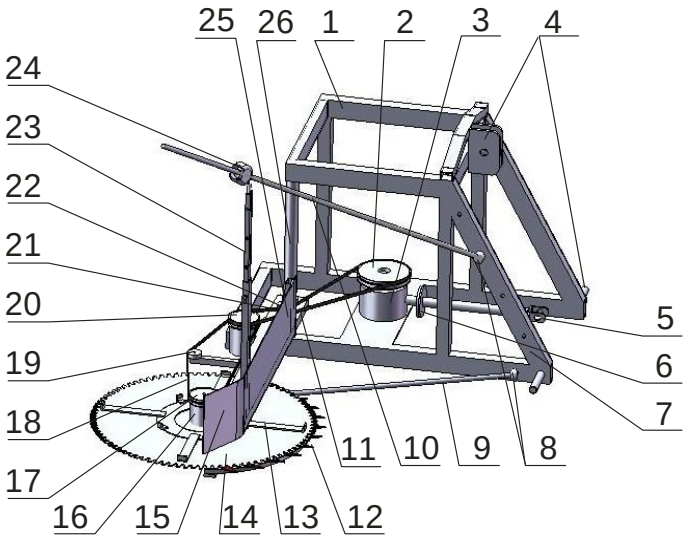
Машината за резитба на рози включва основна рама (1), резитбен модул (25), горна (10) и долна (9) насочващи щанги. Основната рама (1) е с оформен в предната й част присъединителен триъгълник (4) за агрегатиране към земеделски трактор. Разположен централно върху нея е ъглов редуктор (3). Към изходящия вал на редуктора е прикрепена задвижващата ремъчна шайба (2) от двустъпална ремъчна предавка (16), а към входящия му вал са присъединени предпазен съединител (6) с карданен удължител (5). Въртящите се елементи на двустъпалната ремъчна предавка, както и карданният удължител с предпазния съединител са обезопасени със защитни капаци (на фиг. 1 не са указани).

Резитбеният модул (25) е присъединен в единия си край към носещата ос на въртене (26) на основната рама (1). С възможност е за фиксиране под ъгъл по отношение на посоката на движение и успоредно на посоката на движение. Състои се от носеща греда (11), към която са прикрепени задвижваната ремъчна шайба (17) със свързаните към нея перков чистач (13) и режещ диск (14), двуканалната ремъчна шайба (20) и опъващите ролки с ремъците на двустъпална ремъчна предавка (16), защитната преграда (15), регулируемата опора (23) и палцевия контранож (12).

Насочващите щанги са присъединени посредством шарнирни връзки (8) към основната рама (1) и прикрепени посредством шарнирни опори (24) към резитбения модул (25). И двете щанги са с възможност за позициониране и фиксиране в непосредствена близост до основната рама. Горната насочваща щанга (10) е с възможност за регулиране по височина и наклон с помощта на регулируемата опора (23) и отворите в наклонената греда (7) на основната рама (1).

Машината за резитба на рози е работен инвентар за използване в условията на земеделското производство след агрегатирането й към земеделски трактор. Размерите на присъединителните елементи от присъединителния триъгълник (4) на работната машина трябва да кореспондират със съответните от навесния механизъм на трактора. В транспортно положение резитбеният модул (25) е позициониран зад основната рама (1). Фиксира се в работно положение (фиг.1) като се завърта около носещата ос на въртене (26). Позицията му по отношение на опорната повърхност се наглася с помощта на навесната система на трактора в зависимост от изискваната височина на резитба. Насочващите щанги се фиксират в позиции, които осигуряват

тяхното функционално предназначение, а именно да насочват растителната маса в зоната на действие на режещия диск.



Фиг.1. Идеен проект на машина за резитба на рози
1 - основна рама; 2 - задвижваща ремъчна шайба; 3 - ъглов редуктор; 4 - присъединителен триъгълник; 5 - карданен удължител; 6 - предпазен съединител; 7 - наклонена греда; 8 - шарнирна връзка; 9 - долна насочваща щанга; 10 - горна насочваща щанга; 11 - носеща греда; 12 - палцев контранож; 13 - перков чистач; 14 - режещ диск; 15 - защитна преграда; 16 - двустъпална ремъчна предавка; 17 - задвижвана ремъчна шайба; 18 - задвижващ ремък на второ стъпало; 19 - опъваща ролка на второ стъпало; 20 - двуканална ремъчна шайба; 21 - задвижващ ремък на първо стъпало; 22 - опъваща ролка на първо стъпало; 23 - регулируема опора; 24 - шарнирна опора; 25 - резитбен модул; 26 - носеща ос на въртене.

Figure 1. Conceptual design of a farm implement for oil-bearing rose pruning
1 - main frame; 2 - drive belt pulley; 3 - reducer; 4 - implement triangle; 5 - cardan extension; 6 - safety clutch; 7 - inclined beam; 8 - hinged connection; 9 - lower guide rod; 10 - upper guide rod; 11 - supporting bar; 12 - counter knife; 13 - perk cleaner; 14 - cutting disc; 15 - protective board; 16 - two-stage belt drive; 17 - driven belt pulley; 18 - drive belt of the second step; 19 - tensioning belt pulley of the second step; 20 - two-channel belt pulley; 21 - drive belt of the first step; 22 - tensioning belt pulley of the first step; 23 - adjustable support; 24 - hinged support; 25 - pruning module; 26 - carring axis of rotation.

При движение на формирания с МРР машинно-тракторен агрегат в междуредието на розовото насаждение режещият диск (14) се намира над обработвания ред с храсти. Постъпателната скорост на резитбения МТА е съобразена с изискванията на технологичната операция. Режещият диск (14) получава своето въртеливо движение посредством двустъпалната ремъчна предавка (16) от ъгловия редуктор (3), входящият вал на който чрез предпазния съединител (6) с карданния удължител (5) и карданна предавка е свързан с ВОМ на трактора. Насочените от горната и долната насочващи щанги леторасти попадат между палците

на палцевия контранож (12), който осигурява опора за отрязването им от режещия диск (14). Перковият чистач (13) насочва изрязаната растителна маса в междуредието. Защитната преграда (15) подбира останалите върху режещия диск (14) растителни остатъци и с помощта на горната насочваща щанга (10) ги избутва извън обработвания ред.

Височината на рязане се наглася в зависимост от етапа на вегетационно развитие на розовото насаждение и вида на резитбената операция. В зависимост от височината на розовите храсти се регулира и височината на разположение и наклона на горната насочваща щанга (10).

За транспортиране на машината за резитба на рози горната и долната насочващи щанги се освобождават от шарнирните опори (24) и се захващат към основната рама (1). Ремъкът (21) от двустъпалната ремъчна предавка (16) се демонтира. Резитбеният модул (25) се завърта около носещата ос на въртене (26) и се фиксира в транспортно положение.

Конструктивни размери, материали за изработване, кинематични и масови параметри на машина за резитба на рози

По разработения идеен проект за земеделска работната машина за резитба в розови насаждения с програмния продукт Solid Works е построен имитационен 3-D модел на машината. С помощта на имитационния модел чрез компютърно моделиране са определени основни конструктивни параметри на МРР. Габаритните размери на машината са съобразени с параметрите на надземната част на розовия храст. База при разработването на техническото решение са:

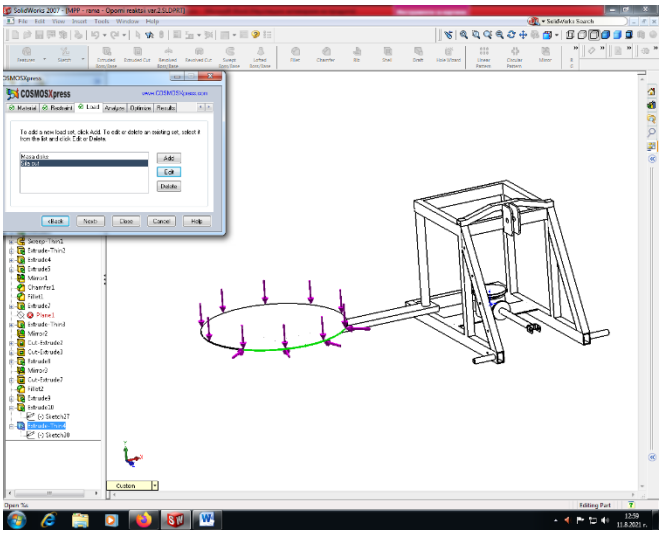
- височината на розовия храст (1600 mm), считана за оптимална при активно цветодаваща червена маслодайна роза (след 4-5-та година на засаждане);
- ширината на розовия храст в основата (400 mm), определена като максимална при статистическа обработка на резултати от измервания, проведени при предварителни проучвания;
- ширините на междуредията в розови насаждения (2800 mm; 3000 mm; 3200 mm), съответстващи на най-широко прилаганите в съвременната практиката технологични схеми на засаждане на маслодайната роза.

Горепосочените параметри за розовия храст, данни за диаметрични и линейни размери на леторастите и информация за височините на резитба на розовия храст през различните етапи на отглеждане са базата за определяне на размерите на режещия диск, направляващите щанги, защитната преграда, палцевия контранож, перковия чистач.

Оптималната дължина на основната рама е определена с помощта на имитационния модел, търсейки баланс между потенциалите на тракторната навесна система, условието за функционална пригодност на МРР за извършване на всички резитби за формиране на височината на розовите храсти до 160 cm и условието за компактност на конструкцията. Материалите за изработването на основната рама и присъединителния триъгълник са съобразени с обоснованите теоретично и използвани в аналогични по предназначение конструктивни решения (Bozhkov et al., 2015; 2017).

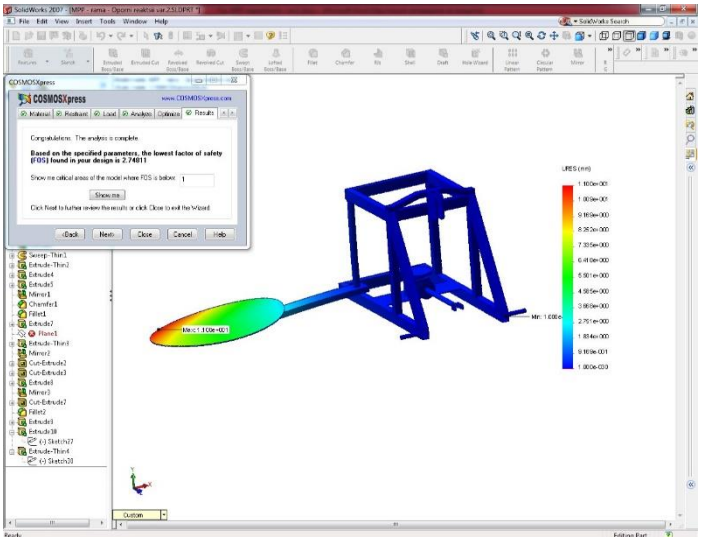
Баланс между работна ширина и конструктивна маса е постигнат чрез компютърно моделиране и по отношение на изпълнителния модул. Материалите за изработването на конзолния тип носеща греда на изпълнителния модул и разположените върху нея елементи и възли са подбрани след разчети, в които са отчетени характера и големината на прилаганите външни сили. При изчисленията, стойността на показателя „граница на провлачане” на материалите, от който ще се изработват основните елементи на машината, е приета σ_s = 248,17 MPa, която е

близка до максималната за материала стомана Ст. 3. На фиг.2 е предствен имитационният модел на МРР с приложени сили върху режещия диск от масата на елементите, имащи отношение към процеса на рязане (палцев контранож, перков чистач и др.), и от съпротивлението на розовите храсти при контакт с диска. Резултатът от тяхното действие (при стойности, равни и малко над максималните) върху възникващите деформации в конструкцията на машината е представен на фиг. 3. Стойността на коефициента на сигурност на конструкцията, чиито елементи са изработена с определените като оптимални материали и профили, е FOS=2,748, което напълно удовлетворява изискванията за осигуряване на нейната конструктивна здравина в условията на реалната практика.



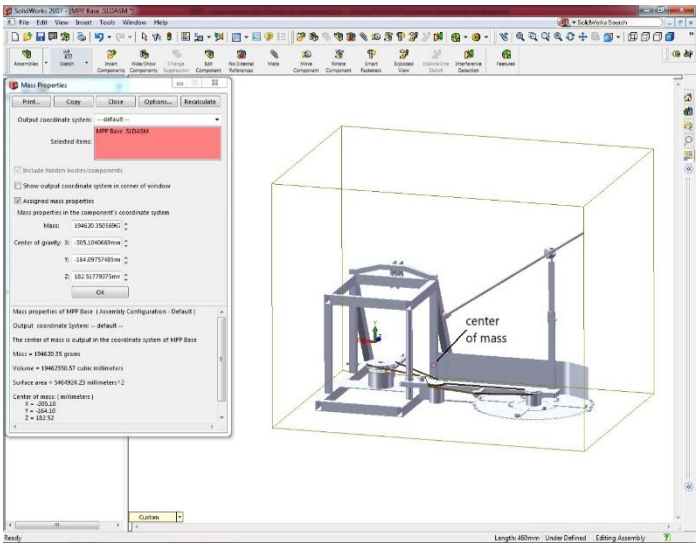
Фиг. 2. Имитационен модел на машината за резитба на рози с приложени сили върху режещия диск
Figure 2. Simulation model of the farm implement for oil-bearing rose pruning with applied forces on the cutting disc

Общото предавателно отношение на задвижващия превод от тракторния ВОМ до режещия диск, което да позволи пълноценно рязане, е определено, отчитайки препоръките за осигуряване при подпорно рязане на периферна скорост около 1 m/s. То е ориентир при избора на предавателните отношения на ъгловия редуктор и двустъпалната ремъчна предавка за работата на МРР със стандартизирана честотота на въртене на ВОМ (540 min^{-1}), каквато осигуряват ВОМ-те на всички марки и модели земеделски трактори.



Фиг. 3. Деформации, възникващи в конструкцията на машината за резитба на рози
Figure 3. Deformations occurring in the construction of the farm implement for oil-bearing rose pruning

Използвайки програмния продукт Solid Works, с уточнените габаритни размери на МРР и нейните елементи, материали за изработване на оригиналните възли и детайли от конструкцията и данни за масите на предвидени за доставка от търговската мрежа комплектоващи изделия са изчислени общата конструктивна маса на работната машина (194,62 kg) и координатите на нейния център на масите (ц.м.) в работно положение (фиг. 4).



Фиг. 4. Резултати от определянето на масови параметри на машината за резитба на рози
Figure 4. Results of determining the mass parameters of the farm implement for oil-bearing rose pruning

Координатите на ц.м. на МРР на фиг. 4 са определени по отношение на координатна система Ozyx, началото на която лежи на 920 mm по хоризонталата и 361 mm по вертикалата от оста на долните присъединителни елементи на триточковата стойка и на 40 mm от надлъжната равнина на симетрия на работната

машина. По отношение на координатна система с начало, лежащо в пресечната точка на надлъжната равнина на симетрия на работната машина и оста на долните присъединителни елементи на триточковата стойка, те имат следните стойности: (-737,5 mm) по надлъжната ос „z“; (-345 mm) по напречната ос „x“; (+197 mm) по вертикалната ос „y“.

Оценка на устойчивостта на резитбения машинно-тракторен агрегат

В съответствие с идейния проект в работно положение изпълнителният модул на МРР е изнесен встрани от трактора, което нарушава равновесието на МТА по отношение на надлъжната му повърхност на симетрия. Влияние върху равновесното състояние оказва и фактът, че насажденията с маслодайна роза са разположени основно в предпланински райони, в които терените са наклонени.

Оценката на възможността за безопасна работа на резитбения МТА е извършена на базата на определените масови параметри на МРР и данни от техническата характеристика на малогабаритния трактор Kubota GL220 (табл.1).

Таблица 1. Технически данни на малогабаритен трактор Kubota GL220[3]
Table 1. Technical data of the compact utility tractor Kubota GL220[3]

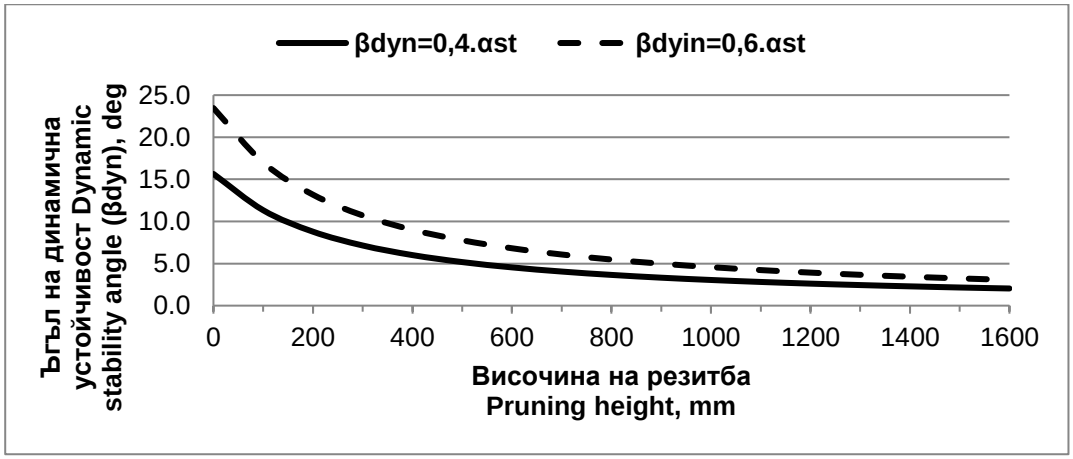
Параметри / Parameters	**Стойност / Value**
Мощност на двигателя / Engine power, hp (kW)	21.7 (16.2)
Честота на въртене на коляновия вал на двигателя в номинален режим / Rated engine speed, tr/min	2500
Брой предавки в предавателната кутия (предни / задни) / Number of gears in the gearbox (forward / reverse)	16
Скоростен диапазон / Speed range, km/h	0.2 – 14.6
Категория на навесната система по ISO / 3-point hitch category	I
Честоти на въртене на ВОМ / Rotational frequency of Power take-off (PTO), tr/min	546 / 772 / 947 / 1254
Конструктивна маса /Weight, kg	1094
Габаритни размери / Overall dimensions, mm - дължина / length - ширина / width - клиренс (пътен просвет) / clearance	 2940 1240 330
Надлъжна база / Wheelbase, mm	1540
Напречна база (коловоз) / Wheeltrack, mm - предни ходови колела / front tread - задни ходови колела / rear tread	 940 1010
Товароносимост на навесната система / Power lift capacity, kg - в края на долните надлъжни щанги / at the hitch points of the lower links - на разстояние 610 mm зад местата за присъединяване към долните надлъжни щанги / at a distance of 610 mm to the rear of the hitch points of the lower links	 615 310

Основание за избора на енергетичното средство е по-голямата представителност на тракторите от тип „малки“ сред дребните и средни розопроизводители. Допустимостта му за формиране на МТА с МРР е оценена на базата на обявената от производителя товароносимост на навесната система. Проведен е разчет по отношение на оста на окачване на работните машини към долните надлъжни щанги на тракторния навесен механизъм, който показа, че

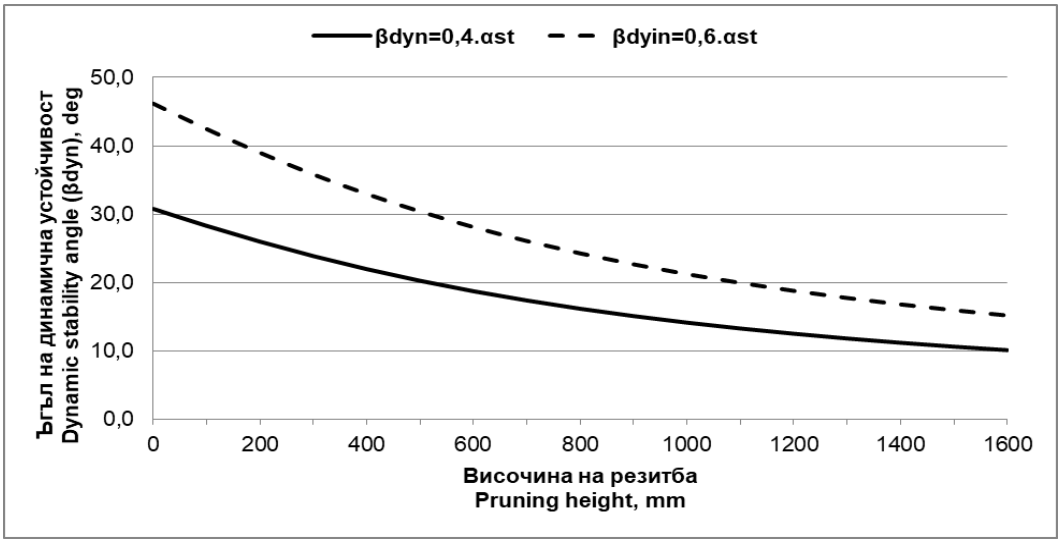
[3] via: https://www.tractordata.com/farm-tractors/009/5/7/9577-kubota-gl220.html

потенциалите на навесната система са достатъчни да поемат външното въздействие, породено от масата на МРР, и осигурят условия за движение на резитбения МТА със странично разположен изпълнителен модул.

Анализът на резутатите показа също, че независимо как е разположен трактора по отношение на розовите храсти на равнинни и с наклон до 3º терени, резитбеният МТА (фиг. 5а) запазва необходимата устойчивост за реализиране на хоризонтална резитба в целия резитбен диапазон (от нула до 160 cm). Не влияе на безопасността разположението на изпълнителния модул и при движение с ниски постъпателни скорости на терени с наклон до 9 - 10º, когато се извършват резитби, близки до основата на розовите храсти (до 30 - 35 cm). На всички терени, на които е допустима експлоатацията на универсални трактори (с наклон до 12º), движението на МТА напречно на склона с изнесен изпълнителен модул срещу склона е напълно безопасно и позволява изпълнението на резитбите, прилагани при отглеждането на маслодайната култура (фиг. 5б).



(а)



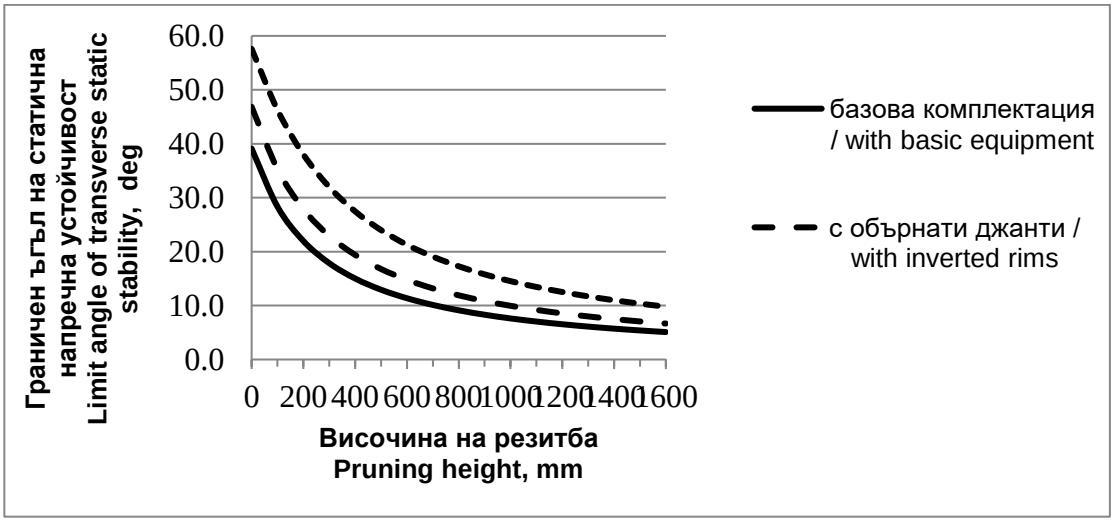
(б)

Фиг. 5. Диапазони за изменение на динамичния ъгъл на напречна устойчивост от височината на резитба

а – при позициониране на трактора по отношение на розовите храсти от горната им страна срещу склона;

б - при позициониране на трактора по отношение на розовите храсти от долната им страна по склона.

Fig. 5. Ranges for change of the dynamic angle of transverse stability depending on the pruning height
a – in the case of a tractor positioned with respect to the rose bushes on their upper side opposite the slope;
b - in the case of a tractor positioned with respect to the rose bushes on their underside on the slope.



Фиг. 6. Гранични ъгли на статична напречна устойчивост на резитбения агрегат в зависимост от напречната база на трактора Kubota GL220
Fig. 6. Limit angles of static transverse stability of the pruning tractor/implement combination depending on the wheeltrack of the tractor Kubota GL220

Получените резултати за страничнатата устойчивост на резитбения МТА, съставен на базата на малогабаритен трактор, са основание да се приеме, че машината за резитба на рози може да бъде агрегатирана и работи безопасно и с универсални трактори от средна мощност, които са с по-широки напречни бази и не по-ниска устойчивост, и също намират широко приложение в розопроизводството.

Заключение

Обосновани са параметрите, подбрани са материалите за изработване и определени условията за безопасна експлоатация на земеделска работна машина за провеждане на всички резитби в насаждения с маслодайна роза за оформяне на височината и изрязване в близост до основата на розови храсти. Освен разширената й приложимост, основно нейно предимство пред техническите средства с аналогично приложение е способността да изнася изрязаната растителна маса в междуредието едновременно с резитбата. Премахването на необходимостта от извличане на отпадната дървесина от реда с розови храсти съкращава необходимостта от трудови и времеви ресурси и намалява разходите за реализиране на технологичната операция.

Работната машина осигурява безстепенно регулиране на височината на рязане в диапазона 0 – 160 cm в зависимост от етапа на вегетационно развитие на розовото насаждение, вида на резитбената операция, наклона и профила на опорната повърхност. Агрегатира се към всеки земеделски трактор със съизмерима с масата й товароносимост на навесната система и размери, позволяващи му да се движи в междуредията на розовите насаждения.

Независимо от позиционирането на трактора по отношение на розовите храсти резитбеният МТА запазва устойчивостта си на терени с наклон до 3º в целия резитбен

дипазон и на наклони до 10º при провеждане на резитби на височина до 30-35 cm от основата на розовите храсти с ниски постъпателни скорости. Напълно безопасно е движението на резитбения МТА на всички наклонени терени, допустими за работа на универсални трактори, с изнесен резитбен модул срещу склона. Разширяването на напречната база на трактора чрез размяна на местата на ходовите колела и използване на уширители позволява повишаване на устойчивостта на резитбения МТА почти двойно.

Техническите параметри на машината за резитба на рози дава възможност за използването ѝ за работа и в други, отглеждани без поддържащи конструкции храстовидни насаждения.

Машината за резитба на рози е регистрирана като полезен модел в Патентното ведомство на Република България под рег.№ 3977 U1.

Литература

Atanasov, N., Mirkova, E., Dikova, B., Baeva, G., Trentchev, G., Marinova, M., Angelova, D., Dzhurmanski, A., Lambev, H. & Pavlova D. 2008. Guide to Integrated pest management in oil-bearing rose, mint, lavender and coriander, Sofia, (Bg).

Atanasova, M. & Nedkov, N. 2004. Essential oil and medicinal plants. *Kameya*, Sofia (Bg).

Bozhkov, S., Stanchev, S., Mihov, M., Badrikov, E., Penyashki, T., Gyorina, Ts., Todorova, T., Kabadijski, K., Stefanov, K. & Badgelova, V. 2015. Experimental study of an one-module machine for mechanization of oil-bearing rose harvesting. *Selskostopanska tehnika*, 3-4, 43-52. Sofia, (Bg).

Bozhkov, S., Stanchev, S., & Gyorina, Ts. 2017. Simulation modeling of oleaginous rose harvesting implement. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 23 (5), 878-886, Sofia.

Georgiev, I. 1985. Design of agricultural machines. Ruse (Bg).

Doncheva, A. 2020. Oil-bearing rose. *Enyovche*, Sofia (Bg).

Kanev, K., Nedkov, N., Todorov, M., Tsachev, S. & Georgiev G. 2005. Mechanization and irrigation in essential oil and medicinal crops. *Helikon*, Kazanlak (Bg).

Kutkov, G. 1996. Theory of tractor and car. *Kolos*, Moscow (Ru).

Levi, S. & Kosev, S. (2010). Mechanization of agriculture. *Acad. DA Tsenov*, Svishtov (Bg).

Lyubenov, S. 1995. Tractors and cars (theory). *Zemizdat*, Sofia (Bg)

Mandal, S., Maity, A., Prasad, A., Maji, P. & Karmakar, S. 2015. Design & Development of a Suitable Implement Matching with Low HP Tractor. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* Volume: 02 Issue: 02 | May-2015.

Mastinu, G., Gobbi, M. & Miano, C. 2006. Optimal Design of Complex Mechanical Systems. *Springer-Verlag Berlin,* Heidelberg.

Nedkov, N., Kanev, K., Kovacheva, N., Stanev, S., Dzhurmanski, A., Seykova, K., Lambev, H. & Dobreva, A. 2005. Handbook on basic essential oil and medicinal plants. *Helikon*, Kazanlak (Bg).

Staykov, V. 2003. Prospective essential oil crops. *Zemizdat*, Sofia (Bg)

Vezirov Ch., Borisov, B., Neikov, B., Venev, S., Tomov, V., Mitev, S. & Mitev, G. 2004. Design of mechanized technologies in agriculture. Idea - project - implementation. *Acad. "University of Ruse"*, Ruse (Bg).

Zavrazhnov, A., Vedishchev, S., Glazkov, Yu., Prokhorov, A., Milovanov, A., & Holshev, N. 2019. Operation of machine and tractor fleet. *Ed. Center of FGBOU VO "TSTU"*, Tambov (Ru).

МЕТОДИЧЕСКИ ОСНОВИ НА ИНЖЕНЕРНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ЗЕМЕДЕЛСКАТА ПРАКТИКА

Снежан Божков

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“,Селскостопанска Академия
bozhkov@mail.bg

Резюме

Изследванията в различните области на научно познание в структурно отношение са почти идентични. Различия се появяват в процеса на тяхната реализация, поради спецификата на направленията на научно търсене. В земеделската практика научните изследвания с инженерна (техническа) насоченост са посветени основно на разработването на нова и усъвършенстването на съществуваща техника за повишаване на ефективността на земеделското производство.

В доклада е дефинирано понятието „научно изследване в инженерната земеделска практика“. Представена е структурата на научно изследване за създаването на технически средства за земеделието и е разяснен всеки един от нейните компоненти. Посочени са начините, средствата и условията, гарантиращи получаването на резултати с високо ниво на достоверност и приложимост в практиката.

Ключови думи: земеделие, земеделска техника, разработване, изследване, методически основи.

METHODOLOGICAL BASIS OF ENGINEERING RESEARCH IN AGRICULTURAL PRACTICE

Snezhan Bozhkov

Nikola Pushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
bozhkov@mail.bg

Abstract

Research in the various fields of scientific knowledge is structurally almost identical. Differences appear in the process of their realization due to the specifics of the directions of scientific inquiry. In agricultural practice, research with engineering (technical) orientation is mainly devoted to the development of new and improvement of existing machinery to increase the efficiency of agricultural production.

The report defines the term "research in engineering agricultural practice". The structure of scientific research for the development of technical means for agriculture is presented and each of its components is explained. The ways, means and conditions guaranteeing the obtaining of results with a high level of reliability and applicability in practice are indicated.

K**ey words:** agriculture, farm machinety, development, research, methodology

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

Снежан Божков

Институт почвоведения, агротехнологий и защиты растений,
имени Н. Пушкарова, ССА, София, Болгария
bozhkov@mail.bg

Резюме

Исследования в разных областях научного знания в структурном плане почти идентичны. Различия возникают в процессе их реализации в связи со спецификой направлений научного поиска. В сельскохозяйственной практике исследования с инженерной (технической) направленностью в основном посвящены разработке новой и совершенствованию существующей техники для повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

В докладе введено понятие „научное исследование в инженерной сельскохозяйственной практике“. Представлена структура научных исследований по созданию технических средств для сельского хозяйства и объяснена каждая ее составляющая. Указаны способы, средства и условия, гарантирующие получение результатов с высоким уровнем достоверности и практической применимости.

Ключевые слова*:* сельское хозяйство, инвентарь, разработка, исследование, методика.

Научното изследване е комплекс от дейности за установяване на факти и получаване на нови знания чрез прилагането на научен метод (Andreychin, 2005). Стотици публикации в отечествената и чужда научна литература (Tafinger, 1996; Krutov, 1999; Orloev, 2002; Tasev, 2004; Ninburg, 2006; Kawashima, 2009; Balucanag-Bitonio, 2014; Janardhanan, 2014; DePoy and Gitlin, 2016; Kabir, 2016; Dreshchinsky, 2020) са посветени на пътищата и формите за неговата реализация. В структурно отношение изследванията в различните области на научно познание почти не се различават. Началото се поставя с анализ на състоянието, идентифицират се проблеми за решаване, формулират се цел, обект и предмет на изследването, издигат се хипотези, поставят се задачи и се подбират методи и средства за тяхното решаване, анализират се резултатите и се представят в подходящ за тяхното използване вид. Различията между изследванията в различните научни области се появяват в процеса на тяхната реализация, поради спецификата на направленията на научно търсене.

„Инженерните науки се занимават с изследване на явленията, свързани с развитието на техниката, разработването на нови конструкции и на технологични процеси.....Цели на инженерната дейност са изобретяването, разработката, създаването, внедряването, производството, ремонта, обслужването на машини, апарати и т.н.“ (Уикипедия[4]).

Научните изследвания с инженерна (техническа) насоченост в земеделската практика се реализират основно в две направления:

- разработване на нови технически средства (машини, агрегати, механизми и др.) за механизиране на ръчно извършвани дейности или за замяна на нископроизводителна техника;

[4] Уикипедия. Via https://bg.wikipedia.org/wiki/Инженерна_наука

- усъвършенстване на съществуваща техника за повишаване на ефективността й при работа.

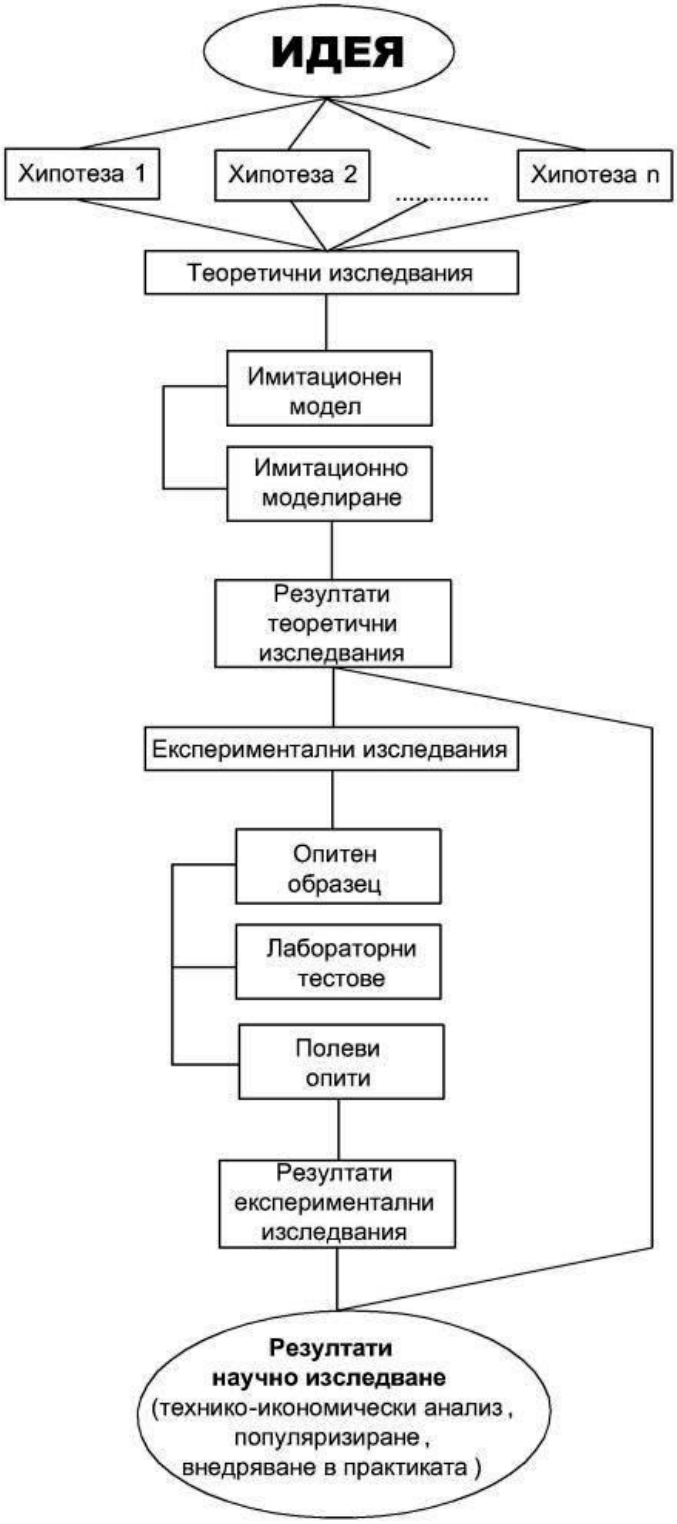
При предприемане на конкретни действия в кое да е от двете направления особено внимание изисква намирането на баланс между необходимост, възможност за реализация и икономическа целесъобразност. Появилата се необходимост от даден продукт изисква осигуряването на кадри със съответната квалификация за неговото реализиране. Преди стартиране на разработката е наложително изработването на оценка на цялостното въздействие на продукта чрез т.нар. „анализ на разходите и ползите“ (Cost-benefit analysis)[5]. Ако разходите превишават ползите от него, той не би трябвало да бъде приеман за разработване, тъй като е икономически нецелесъобразен (Weller, 2016; Hayes, 2021). Оценката на въздействието от гледна точка на разходите и ползите е особено наложителна при разработване на технически средства, които са абсолютно нови за пазара и нямат формирана пазарна оценка.

Стъпвайки на тази база, *научното изследване в инженерната земеделска практика може да се дефинира като идейно, кадрово и икономически обоснован комплекс от дейности за създаване на нови или усъвършенстване на съществуващи технически средства за механизиране на технологични операции при отглеждането и прибирането на земеделска продукция.*

Научното изследване в инженерната земеделска практика се характеризира със своя научно-приложен характер. Включва теоретична и експериментална част, всяка от които се изпълнява по разработена методика. Преди стартиране на същинската част на изследването често се налага провеждането на изпитвания за събиране на информация, проверка на възможности, уточняване на данни и др. При необходимост такива се провеждат и в процеса на реализация на изследването. Това намира отражение в планирането на дейностите, които трябва да се извършат за решаване на задачите и постигане на поставената цел. В тази връзка в структурата на методиката на изследването се добавят допълнителни, на места приети да се наричат „частни методики“, които по форма не се отличават от приетия „класически“ вид за методика. Във всяка частна методика има заложена цел с идентифицирани обект и предмет на изследване, посочени са методите и средствата за постигането й, начините за обработка на резултатите, както и формата на представяне им за използване в теорията и практиката. Обща схема на научното изследване в инженерната земеделска практика е представена на фиг.1.

Изследванията за създаване на нови и усъвършенстването на съществуващи технически средства за земеделската практика започват с идея, която се генерира от самата практика. Реализацията й може да започне веднага или да остане да „виси“ десетилетия и даже столетия в зависимост от сложността на проблема. Решението се взема след обстоен обзор на съществуващата информация по темата, вкл. и получена по време на консултации със специалисти от бранша. Формирането на работен колектив от експерти и финансовото осигуряване на разработката е с решаващо значение за успешното й приключване.

[5] Анализ на разходите и ползите - метод за сравнение на различни алтернативи чрез систематична оценка на техните предимства и недостатъци. Използва се за сравнение на приключили или бъдещи начини на действие или за оценка на стойността спрямо разходите на дадено решение, в т.ч и при проектното инвестиране (Уикипедия. Via https://bg.wikipedia.org/wiki/Анализ_на_ разходите_ и_ползите)



Фиг.1 Обща схема на научно изследване в инженерната земеделска практика
Fig.1 General scheme of a scientific research in the engineering agricultural practice

Възможността за реализация на идеята се изяснява чрез издигането и проверката на една или повече работни хипотези. Работната хипотеза в научното изследване (в т.ч. и в инженерната земеделска практика) се третира като негова концептуална сърцевина (Lulanski, 2005). Дефинира се като „заключение, което се основава на непълна информация, т.к. излиза от предпоставки, допускане, предположение, чиято истинност следва да се провери чрез експеримент,

наблюдение....“ (Bizhev and Kraevski, 2002). Издигането на хипотези е етап, целящ насочване на изследванията в определена посока в океана от възможности, които позволява научното познание. Отхвърлянето или доказването на дадена хипотеза се извършва на базата на анализ на резултатите, получени по експериментален път.

Стъпката след потвърждаването в позитивен план на работна хипотеза е разработването на идеен проект за техническо решение. Използвайки подходящ математически апарат, на базата на анализа на състоянието и възможностите за неговото решаване по теоретичен път се определят параметрите на разработваното техническо средство, които биха му осигурили възможност да изпълнява предопределените му функции в реални условия. Получените от теоретичните изследвания резултати са основа за реализиране на експерименталната част от научното изследване.

Експерименталните изследвания включват изработване на опитен образец, с който се провеждат серии от тестове за удостоверяване на неговата работоспособност[6]. Получените резултати се обработват и интерпретират с известни от теорията статистически методи и програмни продукти (STATISTICA, Matlab, Microsoft Excel и др.). Анализът на резултатите от изследването (теоретично и експериментално) е основа за тяхното популяризиране и вземане на решение за внедряване на разработеното техническо средство в производство.

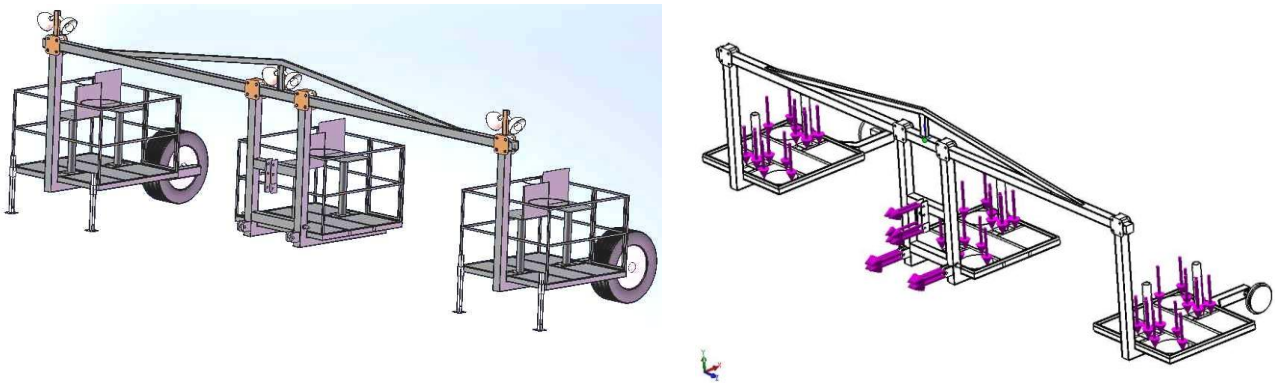
Методически основи на теоретичното изследване в инженерната земеделска практика

Целта на теоретичното изследване е обосноваване на параметрите и материалите за изработка на конструкция, която да притежава здравина (коравина) и осигурява функционалното предназначение на разработваното техническо средство в характерните за земеделската практика условия.

Обектът и предметът на теоретичното изследване се подбират така, че да позволяват постигането на поставената цел.

В съответствие със световната практика (Mitkov and Minkov, 1989; Lebedev, 1989, Mastinu et al., 2006; Schramm et al., 2010; Matthers, 2016) създаването на обекти в областта на техниката започва с компютърно изследване на конструкцията, чрез имитационно моделиране работата на изделието при външни въздействия, характерни за реалните условия на експлоатация. За целта с помощта на съществуващ софтуерен продукт се разработва имитационен модел, с който се изследват и оптимизират конструктивни решения. Пример за такъв, разработен с програмния продукт SolidWorks, е представен на фиг. 2.

[6] Работоспособност – състояние на обект (техническо изделие), при което той може да изпълнява зададени функции, като запазва стойностите на определени параметри в граници, определени в неговата нормативно-техническа докумен тация (стандарти, технически условия, и др. експлоатационни документи). Параметрите, характеризиращи изпълнението на дадена функция на изделието определят експлоатационните му показатели за производителност, икономичност и др. (Petkov et al., 2015).

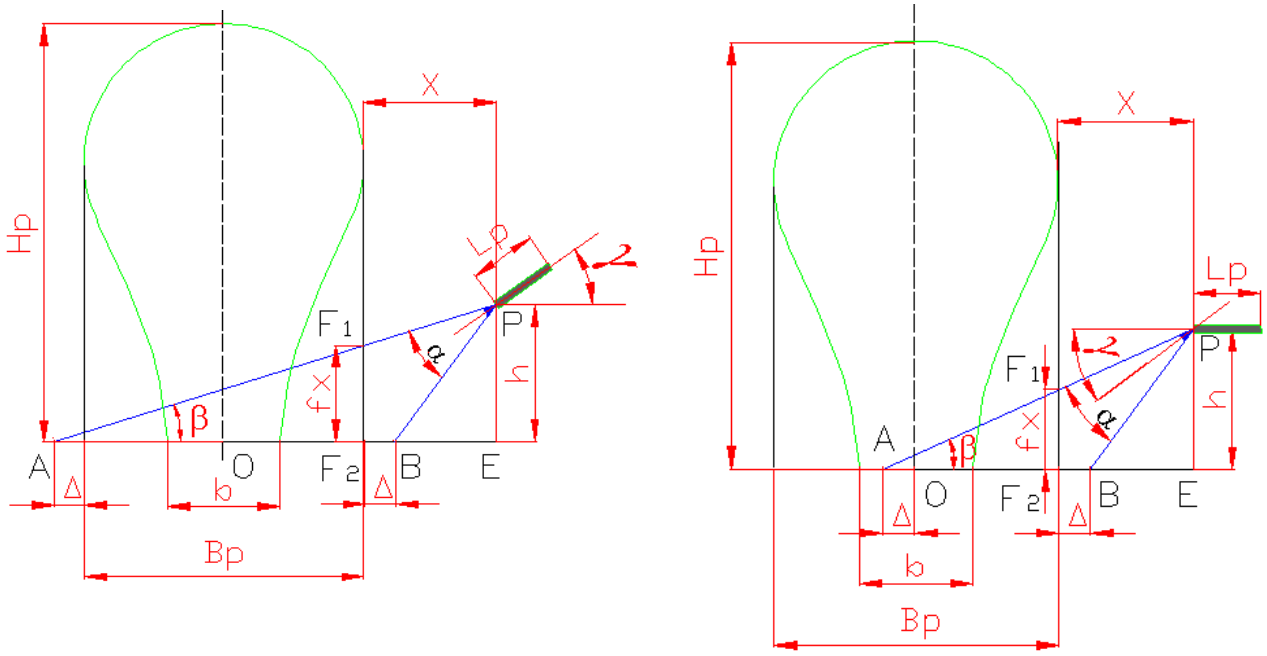


(а) (б)

Фиг. 2. Имитационен 3-D модел (а) с разположени върху него външни въздействия (б) на работна машина за механизиране прибирането на цвета от маслодайна роза
Fig. 2. Simulation 3-D model (a) with external forces located on it (b) of a farm implement for mechanization of oil-bearing rose harvesting

Общата компановка и габаритите на техническото средство се определят съобразно неговото предназначение, условията на експлоатация и спецификата за използването му в земеделското производство. Липсата на определен вид информация може да наложи набавянето й чрез провеждане на предварителни изпитвания. Размерите на елементите на конструкцията и материалите за нейното изработване първоначално се подбират от авторите на конструктивната разработка на базата на техен и/или на техни консултанти опит в конструирането на машини за земеделието и наличните на пазара материали. В процеса на компютърното изследване се моделират варианти на изработка на конструкцията. Оптималният от гледна точка на конструктивната здравина вариант се избира, като върху имитационния модел на всеки от моделираните варианти са прилагат действащите върху конструкцията сили (външни и опорни реакции). Стойностите на приложените външни сили (на фиг. 2б това са от теглителната сила на трактора в присъединителния триъгълник на работната машина, масата на розоберачите и набрания от тях розов цвят върху товарната платформа) се избират, така че да бъдат близки до максималните. Изследват се реални за практиката експлоатационни ситуации. Наблюдава се влиянието, което оказва видът на профилите, върху конструктивната маса на техническото средство, напреженията в конструкцията и местата на възникването на граничните им стойности, деформациите в конструкцията, разположението на масовия център и др. Комплексна оценка за здравината на конструкцията се извършва с помощта на показател, изчисляван от използваната за моделиране софтуерна програма или от приетите за използване в научната практика.

Чрез моделиране се уточняват параметрите и показателите на елементи от конструкцията, които осигуряват функционалното предназначение на разработваното техническо средство. Съставянето на графо-аналитични модели за имитиране на възможни за реализация ситуации ускорява намирането на оптималните стойности. Пример за такъв модел, разработен с програмния продукт AutoCad, е представен на фиг. 3.



Фиг. 3. Графо-аналитичен модел за определяне позицията на разпръсквачите за внасяне на хербициди в насаждения с маслодайна роза
а - опръсква се цял ред ; б - опръсква се половин ред
Fig. 3. Grapho-analytical model for determining the position of the sprinklers for application of herbicides in oil-bearing rose plantations
a - spraying the entire undercrown area of the soil surface
b - spraying half of undercrown area of the soil surface

Резултатите, получени при теоретичното изследване, се анализират и оформят във вид, удобен за използване в теорията и практиката.

Методически основи на експерименталното изследване в инженерната земеделска практика

Целта на експерименталното изследване е проверка на конструктивната здравина и способността на разработваното техническо средство да изпълнява зададените му функции в реални за земеделската практика условия.

Експерименталното изследване включва изработване на опитен образец на техническото средство и изпитването му в реални условия за конструктивна здравина, функционална пригодност и ефективност при работа.

Опитният образец се комплектова от специално разработени възли и детайли и стандартизирани елементи, доставени от търговската мрежа. Основание за избора на материалите за изработка на оригиналните елементи и подбора на стандартизираните спомагателни модули са резултатите от теоретичното изследване. Решаваща роля за правилната комплектация на опитния образец може да окаже експертното мнение от специалисти с опит в създаването на машини за земеделието.

Конструктивната здравина на техническото средство се изследва както в процеса на неговото изработване, така и в завършен вид. Отделни основни възли от конструкцията се изпитват непосредствено в процеса на тяхното изработване и асемблиране с вече готовите. Към тях се прилагат натоварващи усилия (вкл. и в динамичен режим), характерни за експлоатацията на техническото средство в реални условия. Всяко натоварващо въздействие се реализира с обоснован брой повторения за гарантиране достоверността на получаваните резултати. Цялостното изпитване на здравината на конструкцията се осъществява след нейното завършване в условия,

близки до експлоатационните. Провеждат се опити при различни комплектации, ситуации на движение и натоварвания. Контролът за възникващите изменения в конструкцията може да бъде с помощта на технически средства и/или визуален. Контролират се: еластични деформации в конструкцията на техническото средство, които възпрепятстват неговата експлоатация; остатъчни деформации; счупвания на елементи от конструкцията, скъсвания или разхлабвания на връзки и др. При констатиране на такива причините се анализират и се предприемат незабавни мерки за решаване на проблема.

Експерименталното изследване за удостоверяване на функционалната пригодност на разработвано техническото средство се реализира в близки до реалните или в полеви условия. Провеждат се тестове, при които се уточняват параметрите и настройките на изпълнителните елементи, осигуряващи реализирането на заложените в разработваното техническо средство функции, проверява се функционалната пригодност на възможните комплектации на техническото средство при различни режими и условия на експлоатация. Параметрите и показателите, контролирани по време на тестовете, са характеризиращите функционалните качества на техническото средство и условията за безопасна работа. Получените резултати от тестовете се обработват статистически с известни от теорията методи (Mitkov, 2011; Thiel, 2014; Gocheva-Ilieva and Kulina, 2019; Baldin and Rukosuev, 2020) и анализират.

С определените като оптимални комплектации и режими на работа се провеждат експлоатационни изпитвания за определяне на показатели, характеризиращи ефективността на разработваното техническо средство. Получените резултати се анализират и представят във вид удобен за ползване в земеделската практика.

Като заключение

Организацията в научните изследвания има решаващо значение за резултите от тяхната реализация. Известна е сентенцията, че „лошото изпълнение може да бъде повторено, но повторение при лошо планирана дейност дава същия резултат“. Правилно организираната от методична гледна точка научна разработка, в т.ч. и в сферата на инженерната земеделска практика, е предпоставка за постигане на поставените цели и гарант за получаване на резултати, полезни за теорията и приложими в практиката.

Литература

Andreychin, L. 2005. Bulgarian Interpretive Dictionary. Science and art. Sofia.

Baldin, K., Rukosuev, A. 2020. General theory of statistics. Dashkov & Co. Publishing and Trading Corporation, Moscow.

Balucanag-Bitonio, J. 2014. Introduction to Research. General Concepts. (Via: https://www.slideshare.net/jobitonio/introduction-to-research-37589838)

Bizhev, G., Kraevski, V. 2002. Methodology and methods of pedagogical research. St. Kliment Ohridski University Publishing House, Sofia.

De Poy, E., Gitlin, L. 2016. Introduction to Research. Understanding and Applying Multiple Strategies. Elsevier, St. Louis, MO (Via:https://www.sciencedirect.com/book/9780323261715/introduction-to-research)

Dreshchinsky, V. 2020. Fundamentals of scientific research. Yurayt Publishing House, Moscow.

Gocheva-Ilieva, S., H. Kulina. 2019. Applied Mathematics 2. – P. Hilendarski University Publishing House, Plovdiv.

Hayes, A. (2021). Cost-Benefit Analysis. Investopedia. In: Business Essentials. (Via: https://www.investopedia.com/terms/c/cost-benefitanalysis.asp)

Janardhanan, G. 2014. All about Research – Introduction. (Via: https://www.slideshare.net/drgjanardhanan/introduction-to-research-39532900)

Kabir, S. 2016. Basic Guidrlines for Research. An Introduction Approach for All Disciplines. Chittagong, Bangladesh. (Via:https://www.researchgate.net/publication/325390597_BASIC_GUIDELINES_FOR_RESEARCH_An_Introductory_Approach_for_All_Disciplines)

Kawashima, K. 2009. Introduction to Research. (Via: https://www.slideshare.net/kent/introduction-to-research)

Krutov, V. 1999. Fundamentals of scientific research. Higher school, Moscow.

Lebedev, A. 1989. Modeling in scientific and technical research. Radio and communication, Moscow.

Lulanski, P. 2005. The working hypothesis - conceptual core of scientific research, Economic alternatives, № 2. Sofia.

Mastinu G., Gobbi, M., Miano, C. 2006. Optimal Design of Complex Mechanical Systems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Matthers, H. 2016. The Strategies of a Design of Complex Mechanical Systems. Think Up Innovations. (Via: https://thinkup.org/the-strategies-of-a-design-of-complex-mechanical-systems/)

Mitkov, A. Theory of the experiment. 2011. StatSoft, Ruse.

Mitkov, A., Minkov, D. 1989. Statistical Methods for Research and Optimization of Agricultural Machinery, Part I. Zemizdat, Sofia.

Ninburg, E. 2006. Technology of scientific research. Methodical recommendations. OJSC IPO "Lev Tolstoy", Moscow.

Orloev, N. 2002. Methodology of scientific research. Angel Kanchev University Publishing House, Ruse.

Petkov, Ch., Kapitanov, D., Andreev, D., Beloev, H., Bozhkov, S., Guzhgulov, G., Kostadinov, G., Kurdov, Z., Mitkov, A., Mikhov, M., Palov, I., Rusev, R., Savov, T. 2015. Terminological four-language dictionary of agricultural machinery and related fields. Angel Kanchev University Publishing Center, Sofia.

Schramm, D., Hiller, M., Bardini, R. 2010. Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Tafinger, R. 1996. Introduction to Research. (Via: https://public.wsu.edu/~taflinge/research.html)

Tasev, G. 2004. Methodical bases of scientific research. How is a dissertation developed ?. Avangard Prima, Sofia.

Thiel, D. 2014. Research Methods for Engineers. Cambridge University Press, Cambridge.

Weller, J. 2016. An Expert Guide to Cost Benefit Analysis. Smartsheet. (Via: https://www.smartsheet.com/expert-guide-cost-benefit-analysis)

АНАЛИЗ СТАНДАРТНЫХ И ИНОВАЦИОННЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

П. И. Осадчук[1], О. Г. Бурдо[1], А. В. Зыков[1], Д. А. Домущи[2], Ю. И. Енакиев[3]

[1]Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина
[2]Одесский Государственный Аграрный Университет, Украина
[3]Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Никола Пушкаров", ССА, София, Болгария
petrosadchuk@ukr.net

Резюме

В данной статье проведен системный анализ энергоемких технологий очистки растительных масел. Проанализирована эффективность использования энергии первичного топлива органического происхождения. Представлены сравнения показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел. Установлено, что инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше.

Ключевые слова: гидратация, фильтрация, растительное масло, электрическое поле, ультразвуковое поле

ANALYSIS OF STANDARD AND INNOVATIVE ENERGY TECHNOLOGIES FOR PURIFICATION OF VEGETABLE OILS

P. I. Osadchuk[1], O. G. Burdo[1], A. V. Zykov[1], D. A. Domushchi[2], Y. I. Enakiev[3]

[1]Odesa National Academy of Food Technologies, Ukraine
[2]Odesa State Agrarian University, Ukraine
[3]Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy,Sofia, Bulgaria
petrosadchuk@ukr.net

Abstract

This article provides a systematic analysis of energy-intensive technologies for the purification of vegetable oils. The efficiency of energy use of primary fuel of organic origin is analyzed. Comparisons of energy efficiency indicators of traditional and innovative technologies for the purification of vegetable oils are presented. It was found that the innovative technology requires 6% less fuel consumption.

Key words: hydration, filtration, vegetable oil, electric field, ultrasonic field

Въведение

В энергетическом балансе экономики агропромышленный сектор занимает лидирующие позиции при крайне низкой эффективности использования ресурсов. Одним из энергоемких процессов в пищевой и перерабатывающей индустрии есть технологии очистки полученных растительных масел. Именно процесс удаления сопутствующих веществ из масел растительного происхождения в значительной степени определяет, как качество готового продукта, так и затраты на энергетические ресурсы (Арутюнян, 2004).

Актуальность

Для получения рафинированного растительного масла необходимо провести ряд технологических операций на соответствующем оборудовании. Наиболее распространенная схема состоит из первичной и вторичной очистки, которая в свою очередь, включает в себя операции: фильтрование, центрифугирование, гидратации, нейтрализации, дезодорации и отбеливания. Из-за сложности данного процесса и использования большого количества оборудования, в современных условиях, возникает проблема по снижению энергетических затрат поскольку материальные затраты на приобретение и производство энергоносителей увеличиваются с каждым годом. В условиях стабильного роста цен на энергоносители, в условиях энергетического кризиса эта проблема является актуальной.

Анализ литературных источников

Серьезный анализ энергоэкологических проблем в индустриально развитых странах проводится регулярно, собираются и систематизируются данные как об отдельных промышленных объектах, так и о состоянии окружающей среды в целом. В результате энергетических исследований сделан вывод, что совершенствование энерготехнологий очистки растительных масел связаны, в первую очередь, с сокращением этапов очистки. При этом в исследованиях кинетики удаления сопутствующих веществ в процессах: гидратации, нейтрализации, дезодорации, отбеливания и моделирование этих процессов, проблемы энергетических затрат процесса очистки, особенно для инновационных технологий, исследуются редко.

Цель исследований

Целью исследования является анализ энергетических затрат стандартных технологий очистки растительных масел и предлагаемой инновационной технологии на основе электрофизических интенсификаторов.

Результаты экспериментальных исследований

Среди факторов, формирующих качество растительных масел, различают сырье и технологию производства. Показатели качества одноименных масел тесно связаны со степенью их очистки. При оценке качества растительного масла по физико-химическим показателям наиболее важными являются: цветовое число, кислотное число, массовая доля влаги и летучих веществ, массовая доля фосфорсодержащих веществ (Широкова, 2007). Органолептические показатели значимы при определении типа и сырьевой принадлежности растительных масел, физические – при идентификации растительных масел, выявляют показатель преломления, вязкость, температуру застывания (Osadchuk, 2013).

Исследования проводились на основе известных методов аналитического менеджмента. Такие положения справедливы для большинства пищевых производств. Однако при производстве, растительных масел, а именно проведение процессов их очистки, используются энергоемкие операции, которые вносят различия в энергетический баланс (Golykh, 2011). Кроме того, при энергетических исследованиях таких производств возникает серьезная проблема выявить конкретное влияние каждой технологии очистки в общем балансе. Разработка таких

инновационных проектов требует системного анализа всех элементов конверсии энергии в технологии (Abbasi, 2016).

Инновационные технологии, как правило, не используются в связи с высокой конструктивной сложностью и трудностью эксплуатации, или низкой производительностью (Chen, 2004). Традиционные технологии очистки растительных масел столкнулись с серьезными противоречиями. Задача исследования, высоких значений коэффициентов удаления сопутствующих веществ решается путем использования химических реагентов и увеличением расходов энергоносителей. Однако, увеличение расходов химических соединений приводит к пропорциональному росту затрат энергии на их удаление, что негативно влияет на себестоимость продукции (Осадчук, 2021).

В соответствии с выдвинутой гипотезой методология энергетического менеджмента основана на системном анализе всей технологической цепочки «источник энергии – его трансформации в соответствующий вид энергии – распределительная цепь – оборудование». Рассмотрим традиционную схему для очистки масел с таких позиций, когда после фильтрования проводят процесс гидратации. Инновационное оборудование (ультразвуковая установка с фильтром, электромагнитный аппарат с гидрататором) используют электрическую энергию, а традиционное оборудования для фильтрации и гидратации – другие виды энергии. Предложенная методология позволяет провести объективное сравнение для этих схем. Анализ сводится к эффективности использования энергии первичного топлива органического происхождения. Расходы топлива приняты равными 100%. Подробно конверсия энергии топлива в элементах установок объясняется схемами (рис. 1, 2).

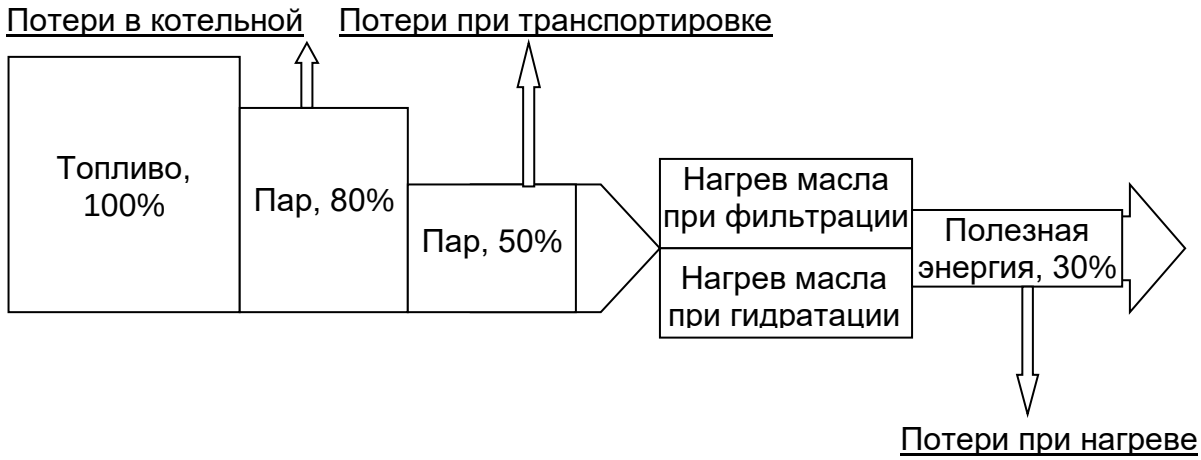


Рис. 1. Конверсия энергии в традиционной технологии очистки масла

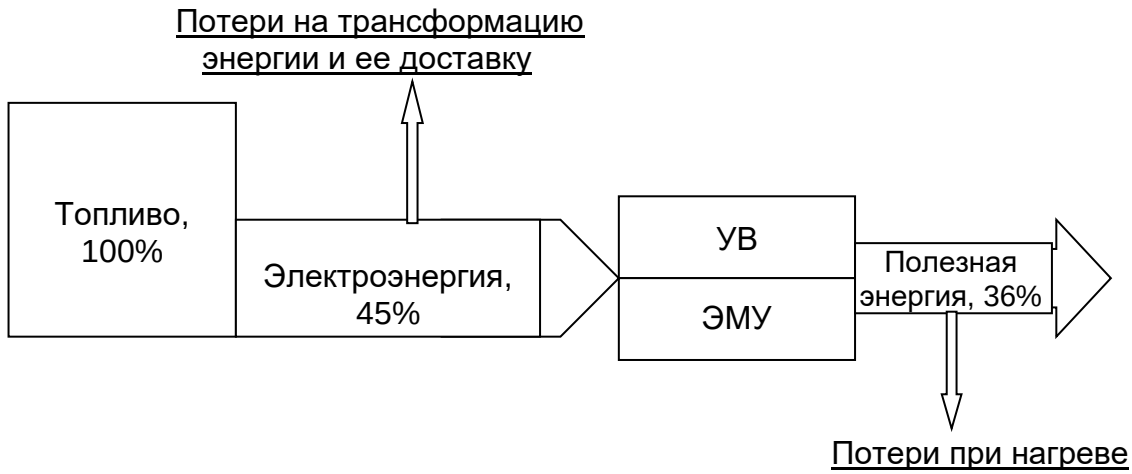


Рис. 2. Конверсия энергии в инновационной технологии очистки масел

В схеме (рис. 1) анализируется вариант, когда температура нагрева масла при фильтрации и гидратации одинаковы. В этом случае инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше (рис 2). При увеличении температуры нагрева (что характерно для практических задач), эффективность ультразвуковой и электромагнитной установок будет расти. Как правило, главным приоритетом является максимальное сохранение в готовом продукте пищевого потенциала сырья. В этом случае, традиционное оборудование не может конкурировать с предложенной схемой ультразвуковой и электромагнитной обработки.

Предлагаем оперировать в расчетах базовыми характеристиками источника энергии, например, топлива с теплотой сгорания 40 МДж/кг. На этой основе проведена оценка эффективности использования энергии в традиционных технологиях очистки масла и предложенных методов с использованием ультразвуковых и электромагнитных полей.

Результаты анализа приведены на рисунке 3, где приняты следующие обозначения:

ПГ – парогенератор;
ПР – паровая рубашка;
ПФ – пресс-фильтр;
ГУ – гидратационная установка;
ПТ – паровая турбина;
ЭГ – электрогенератор;
УУ – ультразвуковая установка;
ЭМУ – электромагнитная установка.



*Все параметры приведены в 1кг топлива.

Рис. 3. Конверсия энергии в технологиях очистки масла.

В расчетах принято: энергетический КПД преобразования топлива в электроэнергию на паротурбинных электростанциях 32%, а на газотурбинных 60%; КПД преобразования электрической энергии в ультразвуковых и электромагнитных камерах 75%.

Сравнение показателей энергоэффективности традиционных и предложенной технологии очистки растительных масел приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел

Энерготехнология	КУЭ, МДж/кг масло	J, МДж/кг н.э.	d_o, кг о/кг н.э.
Традиционная фильтрация	1,5 – 2	1,5 – 5	2 – 5
Фильтрация з УЗ	0,7 – 0,9	3,5 – 5,5	6 – 8
Традиционная гидратация	1,2	3 – 8	3 – 6
Гидратация с ЭМП	0,8	3,5 – 5,5	3,5 – 7,5

где, d_o = кг удаленного осадка/кг нефтяного эквивалента.

Значение d_o = 8 кг о/кг н. э. в настоящее время достигнуто при испытаниях фильтрационных аппаратов с УЗ. Визуально отмечено, что в кавитационной камере после обработки ультразвуковым полем создается «туманообразные» соединения (Osadchuk, 2020). Аппарат реализует процесс кавитации, это значительно снижает затраты энергии на нагрев продукта.

Можно достичь значительно больших значений d_o при четком согласовании мощности УЗ генераторов с характеристиками растительных масел. Проведенные оценки свидетельствуют о энергетическом и экономическом преимуществе предложенных аппаратов. Конечно, капитальные затраты на проектирование и изготовление таких аппаратов окажутся выше, чем у традиционных конструкций и требуют отдельных расчетов.

Заключение

1. Проведен системный анализ энергоемких технологий очистки растительных масел в ходе, которого выявлено, что традиционные технологии очистки растительных масел сталкиваются с серьезными противоречиями.

2. Проведен анализ эффективности использования энергии первичного топлива органического происхождения. Установлено, что инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше. При увеличении температуры нагрева (что характерно для практических задач), эффективность ультразвуковой и электромагнитной установок будет расти.

3. Представлены сравнения показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел. Проведенные оценки свидетельствуют о энергетическом и экономическом преимуществах предложенных аппаратов.

Литература

Арутюнян Н. С., Е. П. Корнена, Е. А. Нестерова. 2004. Рафинация масел и жиров. Теоретические основы, практика, технология, оборудование. СПб. ГИОРД, 288 с.

Осадчук П. І., І. В. Безбах. 2021. Інженерні методи розрахунку процесу гідратації при обробці олії електромагнітними хвилями. Збірник наукових праць, ОНАХТ. Випуск 1, том 85. Одеса, 49-55.

Широкова, В. Д., Д. А. Бабейкеной, Н. С. Селивановой, Н. В. Маглы. 2007. Жири и масла. Производство, состав и свойства, применение. О/Брайен: пер. с англ. 2-го изд. СПб: Профессия, 752 с.

Abbasi, R., Ghavami, M., Gharachorloo, M. & Mahmood-Fashandi, H. 2016. The effect of ultrasonic waves in bleaching of olive and sunflower oils and comparison with conventional bleaching. Journal of Food Processing and Preservation, 1(112), 25-34.

Chen. G. 2004. Electrochemical technologies in wastewater treatment. Separation and Purification Technology. № 38. 11-41.

Golykh, R. N., V. N. Khmelev, S. S. Khmelev, R. V. Barsukov. 2011. Method for Calculation of Optimum Intensity of Cavitation Influence on Viscous and Fine-dispersed Liquid Media. International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices. EDM'2011: Conference Proceedings. Novosibirsk: NSTU, 245-250.

Osadchuk. P. I. 2020. Hydration of rapeseed oil using an electromagnetic field. Proceeding book. 4-th International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, 488-494.

Osadchuk, P. I., D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, S. N. Peretiaka, A. P. Lipin. 2020. Study of the effect of ultrasonic field in purifying sunflower oil. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26 (No 2) 2020, 486-491.

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Д. А. Домущи[1], П. И. Осадчук[2], А. Д. Устуянов[1], А.С. Лисенко[1], Ю. И. Енакиев[3]

[1]Одесский Государственный Аграрный Университет, Украина
[2]Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина
[3] Институт почвоведения, агротехнологий и защиты растений, имени Н. Пушкарова, ССА, София, Болгария
d.domuschi@ukr.net

Резюме

Обоснована модель определения состава и структуры сложных технологических комплексов, таких как уборочно-транспортных, для зерновых колосовых культур через условия эксплуатации, учитывая их вероятный характер, и основные факторы, регламентирующие работу уборочных и транспортных машин. Представлена оценка влияния факторов эксплуатации техники на изменение показателей использования не только отдельных комбайнов и транспортных агрегатов, но и всего технологичного комплекса.

Ключевые слова: модель, оптимизация, зерноуборочный комбайн, эксплуатация.

MODEL FOR OPTIMIZING THE STRUCTURE AND COMPOSITION OF COMPLEX TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR HARVESTING GRAINS

D. A. Domushchi*[1], P. I. Osadchuk[2], A. D. Ustuyanov[1], A. S. Lysenko[1], Y. I. Enakiev[3]

[1]Odesa State Agrarian University,Ukraine
[2]Odesa National Academy of Food Technologies,Ukraine
[3]Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
d.domuschi@ukr.net

Abstract

A model for determining the composition and structure of complex technological complexes, such as harvesting and transport, for cereal crops through the operating conditions, taking into account their probable nature, and the main factors regulating the operation of harvesting and transport machines has been substantiated.An assessment of the influence of the factors of operation of equipment on the change in the indicators of the use of not only individual combines and transport units, but also the entire technological complex is presented.

Key words: model, optimization, combine harvester, operation.

Въведение

Большие проблемы стоят перед работниками сельского хозяйства на последнем этапе производства сельскохозяйственной продукции – уборке урожая, особенно, уборке зерновых культур (Сидорчук и др., 2011). Для уборки всего выращенного урожая и уменьшения потерь, уборку необходимо проводить в сжатые агротехнические сроки. Достичь этого можно с помощью рациональной организации уборочных работ применительно к природным и производственным особенностям данной зоны (Домущи и Енакиев, 2019).

Продолжительность уборки зависит от наличия и состояния уборочной техники, транспортных средств (ТС), организации работы уборочно-транспортных комплексов (УТК), погодных условий и других факторов (Домущи и др., 2019).

Материалы и методы

Цель исследования:разработка теоретической модели для оптимизации структуры и состава сложных технологических систем уборки зерновых культур.
Уборочно-транспортный комплекс можно рассматривать как сложную систему S, состоящую из большого числа элементов (агрегатов-комбайнов и транспортных средств) N, каждый из которых случайным образом может переходить из состояния в состояние под действием случайных потоков с интенсивностями, произвольно зависящими от времени. Такой процесс, происходящий в системе, будем называть Марковским (Вентцель, 1972).

Процессы организации использования технических средств характеризуются случайностью и сложностью. Для исследования сложных систем используется специальный метод-системный анализ (подход). Изучение уборочного процесса предполагает разработку модели, которая позволяет учесть основные факторы, влияющие на развитие данного процесса, установить их взаимодействие и обнаружить механизм управления данным процессом (Domuschiandetc., 2019).

Исходя из этого состав и структуру комплекса, с учетом пребывания уборочных машин в различных состояниях в период уборки, определим по теории цепей Маркова и динамики средних (Скороходов, 1990). Работающий ЗУК в любой момент времени может находиться в одном из «n» возможных состояний, а состояние комплекса в каждый момент времени можно характеризовать числом ЗУК, находящихся в каждом из состояний (Домущи и др.,2020).

Анализ показал, что в расчетную модель следует включить определенное количество состояний ЗУК. Это такие состояния, как (рис. 1, а):

S_1^0 – комбайн работает в загоне;

S_2^0 – простои комбайна из-за технического отказа;

S_3^0 – комбайн совершает повороты;

S_4^0 – нахождение комбайна в состоянии технологического обслуживания;

S_5^0 – простои комбайна из-за технологического отказа;

S_6^0 – комбайн совершает технологические переезды.

Комбайны, находящиеся в состояниях S_3, S_5 и S_6 обслуживаются эксплуатационным персоналом (самообслуживание) (Домущи и др.,2017).

Взаимодействие основного звена с системами устранения технических отказов и технологического обслуживания во многом определяют показатели работы комплекса. Функционирование происходит следующим образом: комбайны, составляющие основное звено, вырабатывают поток заявок на технологическое обслуживание и одновременно потоки неисправностей. Транспортные средства

обслуживают поступающие заявки на технологическое обслуживание и создают потоки неисправностей (Domuschi and Ustuyanov, 2020).

Поступающие заявки на устранение неисправностей обслуживаются системами ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) по группам сложности отказов.

Обозначим $X_k(t)$ – число комбайнов, находящихся в момент t в состоянии k. Тогда для любого момента t сумма численностей равна общей численности комбайнов:

$$x_1(t) + x_2(t) + \ldots + x_n(t) = \sum_{k=1}^{n} x_k(t) = N \quad (1)$$

Поскольку $X_k(t)$ для любого t является величиной случайной, ее надо характеризовать математическим ожиданием и дисперсией:

$m_к(t)=M[X_к(t)]$, (2)

$D_к(t)= D[X_к(t)]$. (3)

Для нахождения этих характеристик надо знать интенсивности потоков событий, переводящих комбайн (или транспортное средство) из состояния в состояние. Эти интенсивности определяются при проведении хронометражных наблюдений (Мочуляк и др., 2020).

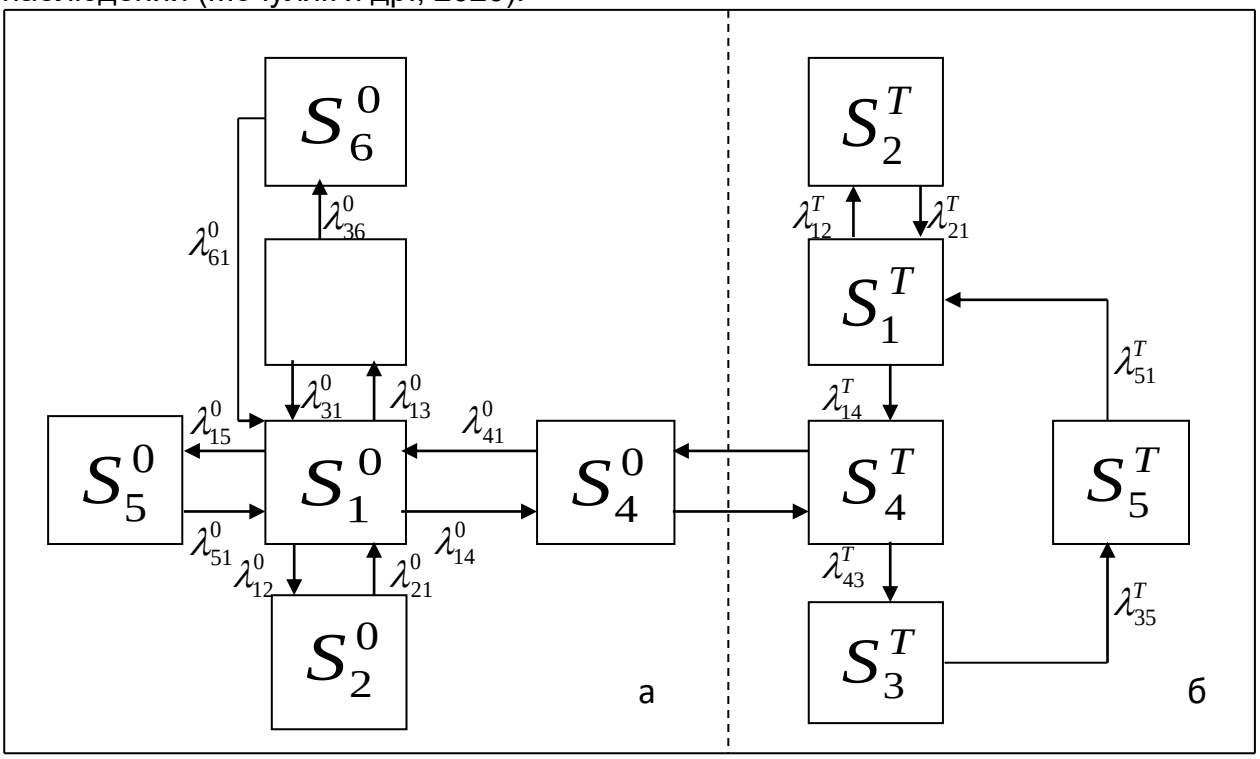


Рис.1. Граф состояния УТК: а) подграф состояний комбайнов; б) подграф состояний транспортных средств

Численность каждого состояния $X_k(t)$представим, как сумму случайных величин:

$$x_k^i(t) = \begin{cases} 1, \text{ если агрегат в состоянии } k, \\ 0, \text{ если нет состояния } k. \end{cases} \quad (4)$$

Тогда для любого момента t общая численность состояний «k» равна сумме случайных величин:

$$x_k(t) = x_k^1(t) + x_k^2(t) + \ldots + x_k^N(t) = \sum_{i=1}^{N} x_k^i(t) \quad (5)$$

При известных интенсивностях λ_{ij} потоков событий по теореме сложения математических ожиданий и дисперсий (Вентцель, 1972) будем иметь:

$$m_k(t) = \sum_{i=1}^{N} M\left[x_k^i(t)\right], \qquad D_k(t) = \sum_{i=1}^{N} D\left[x_k^i(t)\right]. \quad (6)$$

Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, заданная уравнением (4) имеет два возможных значения: 0 и 1.

Очевидно, что вероятность пребывания агрегата в состоянии $K=P_k(t)$, а противоположного события $1-P_k(t)$. Тогда ряд распределения каждой из случайных величин имеет один и тот же вид:

$0 = 1-P_k(t)$;

$1 = P_k(t)$ (7)

Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, выраженной рядом (7), будет:

$$M\left[x_k^i(t)\right] = 0\left(1 - P_k(t)\right) + 1P_k(t) = P_k(t),$$
$$D\left[x_k^i(t)\right] = \left(0 - P_k(t)\right)^2\left(1 - P_k(t)\right) + \left(1 - P_k(t)\right)^2 P_k(t) = P_k(t)\left(1 - P_k(t)\right).$$

С учетом выражения (6):

$$m_k(t) = NP_k(t),$$
$$D_k(t) = NP_k(t)\left(1 - P_k(t)\right) \quad (8)$$
$$\sigma_k(t) = \sqrt{NP_k(t)\left(1 - P_k(t)\right)}.$$

Эти зависимости использовались при оптимизации структуры и состава техники сложных технических и технологических систем на уборке зерновых колосовых культур (Domuschi and Osadchuk, 2020).

Результаты и обсуждение

При работе УТК комбайны и транспортные средства взаимодействуют между собой и могут находиться в одном из состояний (см. рис. 1). Интенсивности переходов из одного состояния в другое– λ_{ij} можно определить, используя общую зависимость:

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{t_{ij}}. \quad (9)$$

В ряде случаев интенсивности переходов из состояния S_i в состояние S_j зависят от численности агрегатов, находящихся в состоянии S_i. Для этих случаев введем функции $R(x)$ и $\rho(x)$:

$$R(x) = \begin{cases} x & \text{при } x \le 1 \\ 1 & \text{при } x > 1 \end{cases} \quad (10)$$

$$\rho(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } x \le 1 \\ \dfrac{1}{x} & \text{при } x > 1 \end{cases} \quad (11)$$

Интенсивность потока заявок на технологическое обслуживание – λ_{14} определяется зависимостью:

$$\lambda_{14} = \frac{B_p V_p U}{V_o \gamma k_3} R^{\circ}(x). \quad (12)$$

Интенсивность технологического обслуживания зависит от численности комбайнов и транспортных средств, находящихся в зоне обслуживания ($x_4^0, x_4^т$): $\lambda_{41}=f(x_4^0, x_4^т)$.
Каждое транспортное средство, за одно пребывание в S_4может обслужить «m_o» комбайнов, обслужив одно оно переезжает к другому и так до тех пор, пока не будут исчерпаны его возможности.

$$m_o = \frac{V_{тс}}{V_o}, \quad (13)$$

где V_{mc} – объем кузова транспортного средства, м^3;
V_o– объем бункера комбайна, м^3.

Интенсивность потока технологических обслуживаний вначале будет увеличиваться пропорционально транспортно-обслуживающих агрегатов, находящихся в зоне обслуживания, затем станет постоянной, равной $\lambda_{41}x_4^т$.
Средняя интенсивность потока, приходящаяся на один комбайн, будет равна:

$$\lambda_{41}^o = \begin{cases} \lambda_{41}^0 & при \quad x_4^0 < x_4^т \\ \dfrac{\lambda_{41}^0 x_4^т}{x_4^0} & при \quad x_4^т m_o > x_4^0 > x_4^т \end{cases} \quad (14)$$

Частота требований на поворот зависит от длины гона – $L_г$, м и рабочей скорости комбайна – V_p, км/ч:

$$\lambda_{13}^o = \frac{V_p}{L_г} \cdot R\left(x_1^0\right). \quad (15)$$

Интенсивность поворотов обратно пропорциональна времени поворота $t_п$, ч:

$$\lambda_{31}^0 = \frac{1}{t_п}. \quad (16)$$

Частота заявок на устранение технологических отказов– λ_{15}может быть определена как отношение рабочей скорости к пути комбайна, проходимому между технологическими отказами $L_{ТО}$, м:

$$\lambda_{15}^0 = \frac{V_p}{L_{ТО}} R\left(x_1^0\right). \quad (17)$$

Интенсивность устранения технологических отказов обратно пропорционально среднему времени устранения технологических отказов –$t_{уо}$, ч:

$$\lambda_{51}^o = \frac{1}{t_{уо}}. \quad (18)$$

Частота требований на технологический переезд зависит от производительности комбайна, площади и конфигурации полейи определяется как:

$$\lambda_{36}^o = \frac{W}{F} R\left(x_1^0\right) \quad (19)$$

Частота технологических переездов определяется из зависимости:

$$\lambda_{61}^o = \frac{1}{t_{тп}}, \quad (20)$$

где $t_{тп}$ – среднее время технологического переезда с учетом переналадки комбайна.

Уборочно-транспортный комплекс также содержит транспортные агрегаты, которые взаимодействуют с технологическими агрегатами – ЗУК и влияют на динамику состояний. Транспортные агрегаты, так же как ЗУК, имеют дискретные состояния (рис. 1,б). Рассмотрим их подробнее:

S_1^T – транспортное средство (ТС) совершает рейс без груза;

S_2^T – простои ТС из-за технического отказа;

S_3^T – транспортное средство совершает рейс с грузом;

S_4^T – нахождение ТС в состоянии технологического обслуживания;

$S_4'^m$, $S_4''^m$ – состояние ТС при технологическом обслуживании его несколькими комбайнами поочередно до полного удовлетворения его возможностей (емкость кузова);

S_5^T – простои ТС из-за разгрузки.

Аналогично, с учетом средней численности состояний, определим интенсивности переходов транспортно- обслуживающих агрегатов.

Интенсивность доставки зерна на склад определяем из выражения:

$$\lambda_{35}^T = \frac{V_P^T}{L_П}, \quad (21)$$

где V_P^T – рабочая скорость транспортного средства при движении с грузом, км/ч;

$L_П$ – расстояние перевозки зерна, м.

Интенсивность перевода транспортных средств из состояний S_4^T в S_3^T получим из выражения:

$$\lambda_{43}^T = \frac{\lambda_{41}^0\left(x_4^0\right)}{m_0 x_4^T} \text{ или } \lambda_{43}^T\left(m_4^T\right) = \frac{\lambda_{41}^0 m_4^0}{m_0}. \quad (22)$$

Транспортное средство обслуживает ЗУК с интенсивностью:

$$\lambda_{14}^T = \frac{1}{t_{бг} + t_{ож}} \quad (23)$$

где $t_{бг}$– время движения без груза, ч;

$t_{ож}$– время ожидания технологического обслуживания, ч.

Интенсивность обслуживания транспортных средств, в зоне разгрузки, можно определить из выражения:

$$\lambda_{51}^T = \frac{W_П\left(1 - k_{пр}\right)}{V_{тс}\gamma k_З}, \quad (24)$$

где $W_П$– производительность разгрузочных средств, т/ч.;

$k_{пр}$– к-т простоя разгрузочных средств;

$V_{тс}$– вместимость кузова, м^3.

Интенсивность обслуживания, приходящаяся на одно транспортное средство, определяется с выражения:

$$\lambda_{51}^{1T} = \frac{\lambda_{51}^T R\left(x_5^T\right)}{x_5^T} = \lambda_{51}^T \rho\left(x_5^T\right). \quad (25)$$

Определив все интенсивности потоков событий для подграфов комбайнов и транспортных средств, входящих в УТК, заменяем в них численности состояний – X_i средними численностями– m_i и записываем систему дифференциальных уравнений динамики средних для каждой отдельной машины, представляющей группу однотипных машин - комбайнов или транспортных средств:

$$dm_1/dt = \lambda_{21} m_2 + \lambda_{31} m_3 + \lambda_{41} m_4 + \lambda_{51} m_5 + \lambda_{61} m_6 - (\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15}) m_1;$$

$$\frac{dm_2}{dt} = \lambda_{12}R(m_1) - \lambda_{21}m_2; \frac{dm_3}{dt} = \lambda_{13}R(m_1) - (\lambda_{31} + \lambda_{36})m_3;$$
$$\frac{dm_4}{dt} = \lambda_{14}R(m_1) - \begin{cases} \lambda_{41}m_4; \text{ при } & m_4 \le m_4^T \\ \lambda_{41}m_4^T; \text{ при } & m_4^T m_0 > m_4 > m_4^T \end{cases}$$
$$\frac{dm_5}{dt} = \lambda_{15}R(m_1) - \lambda_{51}m_5; \frac{dm_6}{dt} = \lambda_{36}m_3 - \lambda_{61}m_6; \quad (26)$$
$$\frac{dm_1^T}{dt} = \lambda_{21}^T m_2^T + \lambda_{51}^T m_5^T - (\lambda_{12}^T + \lambda_{14}^T)m_1^T;$$
$$\frac{dm_2^T}{dt} = \lambda_{12}^T R(m_1^T) - \lambda_{21}^T m_2^T; \frac{dm_3^T}{dt} = \lambda_{43}^T m_4^T - \lambda_{35}^T m_3^T;$$
$$\frac{dm_4^T}{dt} = \lambda_{14}^T R(m_1^T) - \lambda_{43}^T m_4^T; \frac{dm_5^T}{dt} = \lambda_{35}^T m_3^T - \lambda_{51}^T m_5^T;$$

Следует иметь в виду, что все уравнения написаны по определенному правилу (Ястребенецкий и Иванова, 1989).

При установившемся режиме эксплуатации ($t\to\infty$) в системе устанавливается некоторый предельный стационарный режим с постоянным количеством агрегатов в каждом состоянии. При этом соответствующая функция выражена из условий:

$$m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 = N, \quad (27)$$
$$m_1^T + m_2^T + m_3^T + m_4^T + m_5^T = N^T. \quad (28)$$

С учетом нормировочных условий ($\sum P_i=1$) и учитывая что, $NP_i = m_i$ и $N^T P_i = m_i^T$, определяем состав комбайнового и транспортного звеньев как:

$$N^0 = \sum m_i \text{ и } N^T = \sum m_i^T: \quad (29)$$
$$m_2 = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} m_1; m_3 = \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{31} + \lambda_{36}} m_1; \quad m_4 = \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{41}} m_1;$$
$$m_5 = \frac{\lambda_{15}}{\lambda_{51}} m_1; m_6 = \frac{\lambda_{36}\lambda_{13}}{\lambda_{61}(\lambda_{31} + \lambda_{36})} m_1;$$
$$m_2^T = \frac{\lambda_{12}^T}{\lambda_{21}^T} m^T{}_1; m_3^T = \frac{\lambda_{43}^T\lambda_{14}^T m_1^T}{\lambda_{35}^T\lambda_{43}^T}; \quad m_4^T = \frac{\lambda_{14}^T}{\lambda_{43}^T} m_1^T;$$
$$m_5^T = \frac{\lambda_{35}^T\lambda_{43}^T\lambda_{14}^T}{\lambda_{51}^T\lambda_{35}^T\lambda_{43}^T} m_1^T.$$

Заключение

1.Таким образом, определение состава и структуры УТК по схеме Марковских случайных процессов и динамики средних позволяет учесть вероятный характер условий эксплуатации ЗУК и ТС, а также оценить влияние любого из факторов эксплуатации на изменение показателей использования не только отдельных агрегатов, но и всего уборочно-транспортного комплекса.

2.Использование данной модели при оптимизации структуры и состава сложных технологических систем уборки зерновых культур обеспечит согласованность роботы техники, увеличит производительность комплексов и сократит сроки уборки урожая.

Литература

Вентцель Е.С. 1972. Исследование операций. М.: Сов. Радио, 552.

Домущи Д. А., А. Д. Устуянов, Ю. И. Енакиев, А. П. Липин. 2019. Ефективність використання збирально-транспортних комплексів по експлуатаційним та енергетичним показникам. Аграрний вісник Причорномор’я/ https://doi.org/10.37000/abbsl.2019.94.18. 94, 121-130.

Домущи, Д. А., П. И. Осадчук, А. Д. Устуянов, Ю. И. Енакиев. 2020. Методы оптимизации состава зерноуборочных комбайнов уборочно-транспортных комплексов. Сборник с доклади от научен форум с международно участие “Екология и агротехнологии – фундаментална наука и практическа реализация”. Том 2. София, 2020. 62-68. ISSN 2683-0663.

Домущи Д. А., А. Д. Устуянов, Ю. И. Енакиев, А. П. Липин. 2019. Ефективність використання збирально-транспортних комплексів по експлуатаційним та енергетичним показникам. Аграрний вісник Причорномор’я/ https://doi.org/10.37000/abbsl.2019.94.18. 94, 121-130.

Домущи, Д. А., П. И. Осадчук, А. Д. Устуянов, Ю. И. Енакиев. 2020. Методы оптимизации состава зерноуборочных комбайнов уборочно-транспортных комплексов. Сборник с доклади от научен форум с международно участие “Екология и агротехнологии – фундаментална наука и практическа реализация”. Том 2. София, 2020. 62-68. ISSN 2683-0663.

Домущи Д.А., Ю. И. Енакиев. 2019. Анализ технологий сбора урожая зерновых колосовых культур по эксплуатационным и энергетическим затратам.Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 291. Ч. II. М.: Изд-во РГАУ МСХА. 128-132.

Домущи Д. А., Ю. И. Енакиев, П. И. Осадчук. 2020. Обоснование схем и способов ремонтно-техническогообслуживанияуборочно-транспортныхкомплексов. Сборник с доклади от научен форум с международно участие “Екология и агротехнологии – фундаментална наука и практическа реализация”. Том 1. София,. 60-77.ISSN 2683-0663.

Домущи Д.А., Ю. И. Енакиев, Р. Ф .Байбеков, С.Л. Белопухов.2019. Определение основных параметров производственных условий при уборке зерновых. "Научный альманах"– ScienceAlmanac. № 7-1. (57).ISSN 2411-7609. Тамбов, 125-128.(По материалам международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования», Россия, г. Тамбов, 31 июля 2019 г.).

Домущі Д. П., Ю. І.Єнакієв, О.С. Яворський, А.В. Остапенко. 2017.Енергозбереження при забезпеченні роботоздатності та обґрунтуванні складу збиральних машинно-транспортних комплексів. Аграрний вісник Причорномор’я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. Одеса: ОДАУ, №85. 73-78.

Мочуляк О.С., Лисенко А.С., Домущі Д.П. 2020. Обґрунтування структури та складу технологічного комплексу для збирання озимої пшениці/ Збірник матеріалів XI міжвузівській науково-практичної конференції «Браславські читання. Економіка XXI століття: Національний та Глобальний виміри». Одеса: ОДАУ,2020.С.94-96.

Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик В.І. та ін. 2011. Аналіз методів дослідження та моделей подій у проектов на різних етапах планування збирання ранніх зернових. Комп’ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: наук. журнал. №7. Луцьк: ЛНТУ.141-144.

Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик та ін. 2011. Множина основних подій та особливості їх планування у проектах збирання ранніх зернових культур. Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук зб. Глеваха.Вип.95. 365-374.

Скороходов А.Н. 1990. Использование метода динамики средних для определения характеристик технологического комплекса.Эксплуатационное обеспечение технологических процессов по критерию ресурсосбережения: Сб. научн. тр. МИИСП им. Горячкина. М. 27-36.

Ястребенецкий М.А., Иванова Г.М. 1989.Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами. М.: Энергоатомиздат. 264.

Domuschi D. A., Osadchuk P. I. 2020.Optimization of the structure and composition of technological complexes for harvesting grain crops by energy costs. IV International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, 30-31 October 2020. 396-401. ISBN 978-605-69010-2-7.

Domuschi D. A., Ustuyanov A. D. 2020. Increasing the reliability of combines for harvesting grain crops by methods of reserve substitution. IV International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, 30-31 October 2020. 402-406. ISBN 978-605-69010-2-7.

VALIDATION OF SOIL WATER CONTENT AND EVAPOTRANSPIRATION UNDER MAIZE IN SOFIA FIELD USING LYSIMETER DATA, CERES MODEL AND VEGETATION INDICES

Zornitsa Popova*[1], Felix Kogan[2], Wenze Young[3], Ramesh Singh[4], Maria Ivanova[1]

[1] "N.Poushkarov" Institute of Soil Science, Agroecology, Plant Protection, Agricultural Academy
[2]Center for Satellite Applications and Research, National Environmental Satellite Data and Information Services (NESDIS), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), College Park, USA;
[3] I.M. Systems Group Inc., College Park, USA**;**
[4] School of Life and Environmental Sciences, Schmidt College of Science and Technology, Chapman University, Orange, USA
zornitsa_popova@abv.bg

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*** (mm/1.30m) 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.

Key words: soil water content, evapotranspiration, validated ***CERES-NC maize*** simulation model, satellite vegetation health ***VH*** indices

ВАЛИДАЦИЯ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА ВОДА В ПОЧВАТА И ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯ ПРИ ЦАРЕВИЦА В СОФИЙСКО ПОЛЕ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЛИЗИМЕТРИЧНИ ДАННИ, МОДЕЛА CERES И ИНДЕКСИ НА ВЕГЕТАЦИОННОТО ЗДРАВЕ

Зорница Попова*[1], Феликс Коган[2], Вензе Янг[3], Рамеш Синт[4], Мария Иванова[1]

[1]Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията " Никола Пушкаров", Селскостопанска Академия

[2]Център за сателитни приложения и изследвания, Национални услуги за сателитни данни и информация за околната среда (NESDIS), Национална администрация за океани и атмосфера (NOAA), Колидж Парк, САЩ;
[3] Ай Ем Системс Груп, Колидж Парк, Мериленд 20740, САЩ;
[4] Училище по биологични науки и науки за околната среда, Колеж по наука и технологии Шмид, Университет Чапман, Ориндж, Калифорния, САЩ
zornitsa_popova@abv.bg

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 царевицата 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:

а) 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 царевицата.

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 царевицата от вода за евапотранспирация ***ETcrop, 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 ***ETcrop,*** така и на необходимостта от напояване ***IR***.

Ключови думи: Съдържание на вода в почвата, евапотранспирация на царевицата, валидиран симулационен модел ***CERES-NC-maize***, сателитни индекси на вегетационното здраве

Introduction and objectives

In the context of climate change and increasing pressure on required water resources in agriculture, the present study investigates the potential of forecasting soil water content, crop water requirements for evapotranspiration ***ET*** and irrigation ***IR*** by using the results of a three-year lysimeters' experiment (*1997-2000*) carried out with maize crop, combined with the validated ***Ceres NC model*** simulations (Popova et al., 2001a; Popova and Shopova, 2002; Popova and Kercheva, 2005a; Popova, 2008) and appropriate satellite based Vegetation Health Indices ***VHIs*** (Kidwell K,1997). The following tasks are considered: **a)** Finding whether experimentally retrieved Potentially Extractable Soil Water in the root zone ***PESW*** (mm/1.30m) (**Figs. 2** and **3a**) and Soil Water ***SW*** content of genetic layers (%, v.) (**Figs.3b, 3c, 3d**, **3e, 3f**) could correlate strongly with some ***VHIs*** during the critical periods of maize development; **b)** Investigating whether on such basis the ***VH*** indices, in addition to the simulation results of validated **CERES-NC-maize** model (Jones & Kinary 1986; Gabrielle et al., 1995; 1996) application (**Figs.2** and **3**), could be used as indicators of actual crop water requirements for evapotranspiration ET_{crop} and irrigation on a daily and cumulative basis (**Figs.3, 4 and 5**) and **c)**Building statistical models, where ***VH*** indices could serve as independent reliable variables (predictors) of ***PESW*** (mm/1.30m) and ***SW*** (%, v.) and exploring their performance.

The study uses: **a)** Independent historical datasets and results (**1997-1999**), obtained during the "INCO-COPERNICUS" project ERBIC 15 CT 960101 experiment, carried out in lysimeters at Chelopechene field (***La 42º73', Lg 23º 48', Alt 540m***), Sofia region; **b)** Satellite base ***VH indices****;* **c)** Simulation results of validated ***CERES-NC-maize*** model applications. The study was carried out with a semi early maize hybrid *Kn509*, grown under appropriate irrigation and fertilization in concrete lysimeters of 10 and 20m^2 surface area and 2m depth. The soil is a *multi-layered Chromic Luvisol* of a small ***TAW*=106mm m^{-1}. d)** Relationships between observed ***PESW*** (***mm/1.30m***) and volumetric ***SW*** content ***(% by v.)*** on the one hand and satellite base ***VH indices*** on the other are searched. ***PESW*** (mm/1.30m) and ***drainage*** (mm) had been monitored on a daily bases over the whole 3-year experimental period. Laboratory based water conductivity curve ***WCC*** and water retention curve ***WRC*** have been calibrated (**step i**) and adjusted to field data (**step ii**); **d)** Field observations of ***SW*** dynamics under optimal nitrogen supply ***N200*** **(kg ha^{-1})** and ***variable water stress*** (***dry lands A0***; ***irrigated A1*** plots/lysimeter №2) were used to modify **the exponent** in **R**oot **W**ater **A**bsorption function from **5** to **3** (**step iii**). The ability of validated model to make predictions without any further parameters' adjustment was tested against independent data (**1997-1999**), collected in the same field (Chelopechene) but in **lysimeter №1** (**step iv**).Observed **actual ET_{crop} and water fluxes** proved acceptable agreement with the validated model output. Slope parameter of **regression between observed and simulated *PESW*** is within the range **0.87 - 1.18** while coefficient of determination (R^2) is from **0.65 to 0.85**.

Materials and Methods

Experimentally retrieved and Simulation data

The study is related to the "1997-1999" period. It uses: ***a)*** Independent historical ground datasets and results on ***PESW*** (mm/1.30m), ***SW*** (%, v.), ET_{crop} and **drainage** (mm) observed during the three-year "INCO-COPERNICUS" project ERBIC 15 CT 960101 experiment, carried out at ***Chelopechene experimental field*** (***La 42º73',Lg 23º 48',Alt 540m***), Sofia region, ***b)*** Satellite base ***VH indices,*** as well as **c)** Simulation results of validated ***CERES-NC-maize*** model application (Popova et al.,2001a; Popova&Shopova, 2002; Popova & Kercheva, 2005a; 5b; Popova, 2008).

The field study was carried out with *semi early maize hybrids* ***FAO500***, grown under ***appropriate irrigation and fertilization*** in two concrete lysimeters of **10** and **20m^2** surface area and **2m depth** (***Picture A***), as well as in rainfed and irrigated experimental plots under

three level of **N application**. The soil is a multi-layered *Chromic Luvisol* of a small total available water ***TAW*=106mm m^{-1}** (***Tabl.1).*** Potentially Extractable Soil Water ***PESW*** (mm/1.30m) and drainage (mm) at two-meter bottom depth used to be monitored in two lysimeters over the whole 3-year experimental period (***Picture A***).



Picture A. Cropped lysimeter for assessment of actual evapotranspiration, deep percolation and N-leach under maize, Chelopechene site.

Table 1. Soil texture and *laboratory based saturated hydraulic conductivity* (***K*$_{sat-lab}$**), a Chromic Luvisol, Chelopechene field.***TAW***=106 mm/m

Depth, cm	Soil texture classification	Soil particles, %			***K*$_{sat-lab}$**
		Clay <0,002 mm	Silt 0,002-0,05 mm	Sand 0,05-2,00 mm	cm/day
0-28	clay loam	32	32	36	93,30
33-45	clay	43	27	30	15,90
61-71	clay	42	25	33	20,20
95-130	Sandy clay loam	24	15	61	39.90

Laboratory based water conductivity curve ***WCC* (eq.1)** and water retention curve ***WRC* (eq. 2)** used to be calibrated (**step i**) and adjusted to data measured at field scale (**step ii**, **Figs.**1a 1b, **Table 2**).

(step i) $K(\Theta)=Ksat.exp[A(\Theta-\Theta sat)]$ (1) **WCC**

(step ii)
$$\varphi(\Theta) = \exp\sqrt{\frac{\log\frac{\Theta_{sat}}{\Theta}}{\gamma}}$$
(2) **WRC**

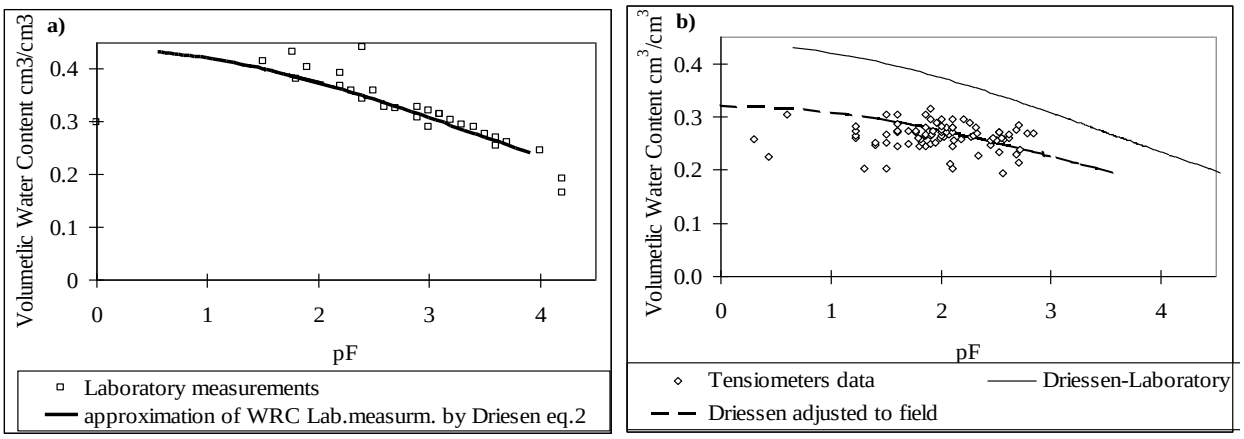


Figure 1. Calibration of ***WRC*** **(eq.2)** for the **clay layer** (33-70 cm) in Chelopechene site: ***a)*** Evaluation of parameters on the bases of laboratory measurements (**step i**); ***b)*** adjustment of **eq.2** to field tensiometers readings in 1995/96/97(**step ii**).

Table 2. Parameters of Water Retention Curve (**WRC**) (Eq.2) and Water Conductivity Curve (**WCC**) (Eq.1) after calibration step (i) and step (ii) in Chelopechene.

Parameter	A-Eq.1	**θsat** (Eq.1 and 2)		γ (Eq.2)
Method		Laboratory **Step (i)**	Field **Step (ii)**	Laboratory and field **Step (i)** and **step (ii)**
	-	cm^3/cm^3	cm^3/cm^3	cm^{-2}
A-horizon	199.0	0.440	0.370	0.0124
B-horizon	150.0	0.437	0.318	0.0074

Field observations of soil water dynamics under a semi-early maize hybrid ***Kn 509*** relative to optimal nitrogen supply ***N200*** (kg ha^{-1}) and variable water stress (drylands ***A0*** and irrigated ***A1*** plots/***lysimeter №2***) were used to modify the exponent in Root Water Absorption function **from 5** to **3** (eq.3, **step iii**).

$$J_w = 2.67 * 10^{-5} \frac{\exp\left[62\left(\theta - \theta_{B3}\right)\right]}{6.68 - \ln\left(\mathrm{RLV}\right)} Z \qquad (3)$$

The ability of calibrated *CERES-NC-Maize* model (Jones and Kiniry 1986; Gabrielle et al.1995; 1996; Popova et al., 2001a; Popova and Kercheva, 2004; 2005a; 2005b; Popova, 2008) to make predictions without any further adjustments of parameters used to be tested against the independent three-year dataset (1997-1999) collected in the same field (Chelopechene) but in lysimeter **№1**, where different splits of nitrogen fertilization were practiced (**step iv**). Observed water, ***N-NH4*** and ***N-NO3*** contents in the soil (**Figs.2, 3** and **6**), actual crop evapotranspiration (**Figs.4** and **5**) and water/nitrogen fluxes proved acceptable agreement with validated model output (**Fig**. **6**). These data have not been used in the calibration exercise so far. Soil moisture for model validation was assessed by **tensiometers** (Hillel, 1980) and **TDR** (Guidelines for TRIME application, Fundinger et al., 1995). For that purposes the ***lysameter*** **№1** was instrumented with ***mercury tensiometers*** at the depth of **40, 70,100 and 130cm** (since **June 1997**) and ***fibber-glass probe access tubes*** installed till ***2m*** (**since 1998**). Data about actual maize evapotranspiration-***ET*** in the lysimeter were obtained by water balance and justified with independent ***ET*** calculations (Zahariev et al.1986).

Satellite-based VH indexes

The **VH** indices were calculated from the **NDVI** and the **BT** (equations (4), (5) and (6)) as described by Kogan (1997).

$$\mathbf{VCI} = 100 \times ((NDVI) - (NDVI)_{min}) \times ((NDVI)_{max} - (NDVI)_{min})^{-1}, \quad (4)$$

$$\mathbf{TCI} = 100 \times ((BT)_{max} - (BT)) \times ((BT)_{max} - (BT)_{min})^{-1}, \quad (5)$$

$$\mathbf{VHI} = \alpha \times VCI + (1 - \alpha) \times TCI, \quad (6),$$

where NDVI, $NDVI_{max}$, $NDVI_{min}$, BT, BT_{max} and BT_{min} are the smoothed weekly NDVI or BT and their **1996–2000** absolute maximum (A_{max}) and absolute minimum (A_{min}).

The vegetation condition index (**VCI**) characterizes greenness and vigor, and through them, the chlorophyll and moisture contents of the vegetation canopy (4). The temperature condition index (**TCI**) characterizes how hot the land surface and the canopy are (5). Moreover the **TCI** characterizes the moisture availability through the near-surface radiation and aerodynamic conditions (Jensen, 2000; Kogan et al, 2011). The vegetation health index (**VHI**) combines both **VCI** and **TCI**. **VH** indices change from 0, quantifying severe vegetation stress, to 100, quantifying favorable conditions (Kogan, 1997). The average spatial values of **VH indices** for **each week** during **1996–2000** were calculated for the investigated area of Chelopechene experimental field in Sofia Field (**Fig.7** in **Results and Discussions**).

Results and Discussions

Experimentally retrieved and simulation results

Relationships between **observed *PESW*** of the root zone **(mm/1.30m; Figs. 2 and 3a)** and **volumetric *SW*** content of the near surface soil layers (**% by v**.;**Figs. 3b; 3c; 3d; 3e; 3f**) on the one hand and respective ***satellite base VH*** *indices* on the other will be searched.

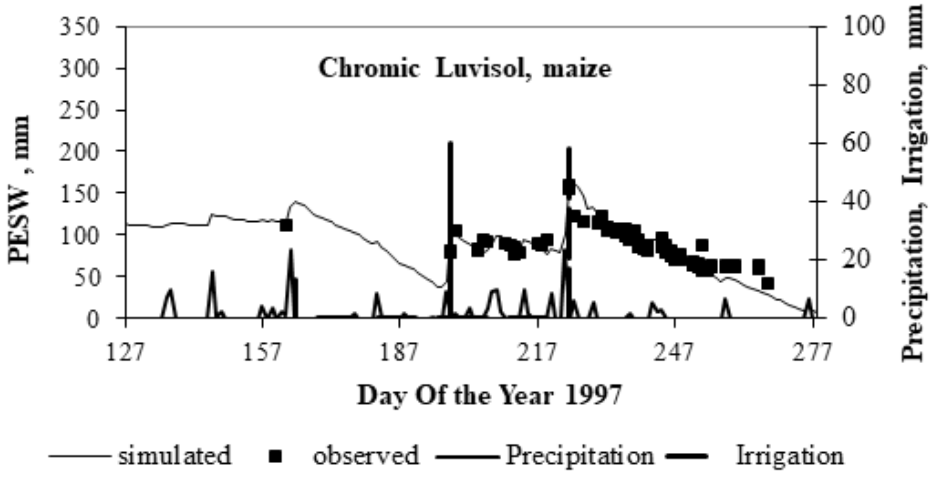
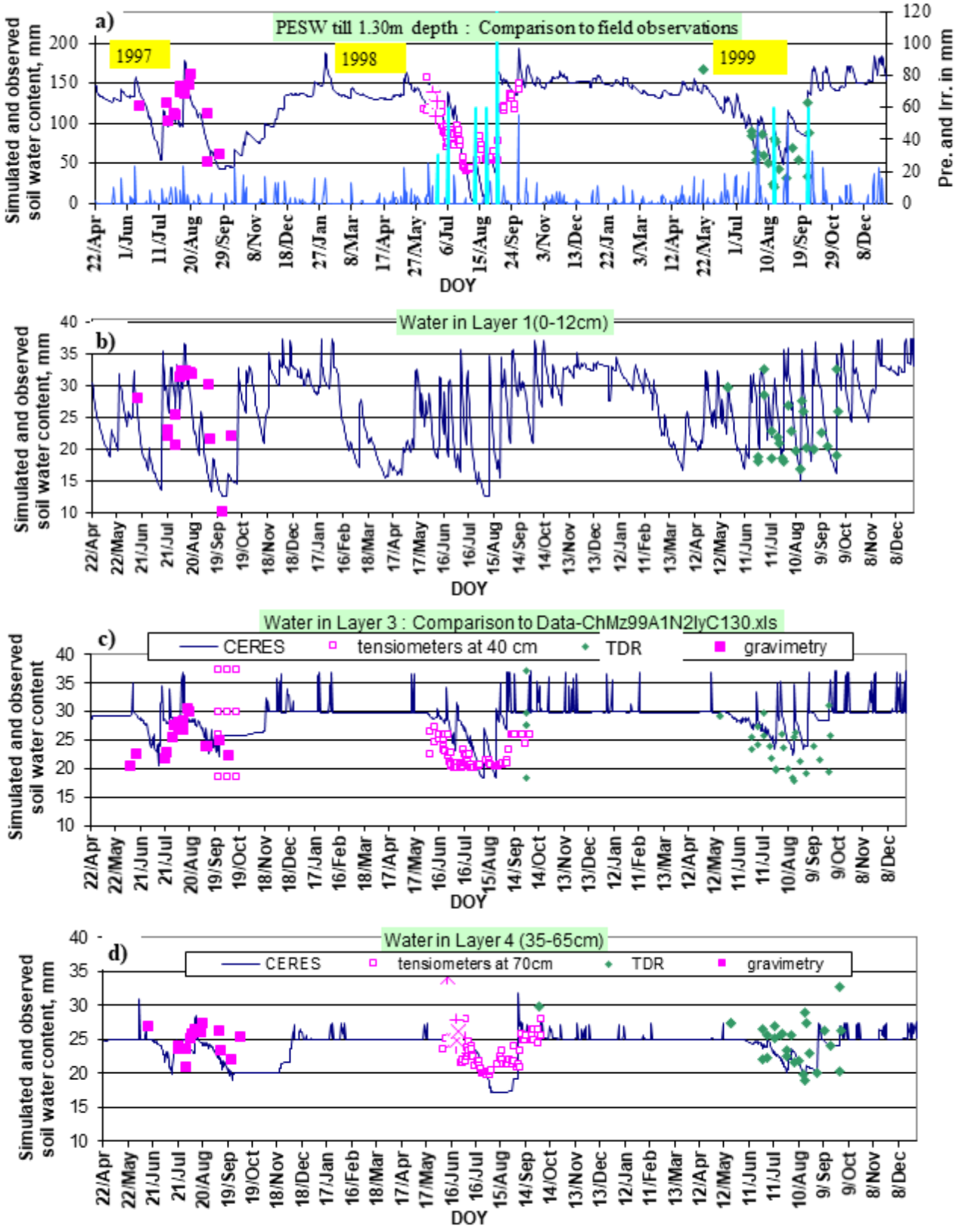


Fig. 2. Comparison between simulated (-) and observed (■) by tensiometers ***PESW*** (mm) under irrigated maize, lysimeter №1, a Chromic Luvisol, **1997** (Popova Z.&Kercheva M. 2005a; Popova, 2008).


a)
PESW till 1.30m depth : Comparison to field observations
1997
1998
1999
Simulated and observed soil water content, mm
Pre. and Irr. in mm
DOY
b)
Water in Layer 1(0-12cm)
Simulated and observed soil water content, mm
DOY
c)
Water in Layer 3 : Comparison to Data-ChMz99A1N2IyC130.xls
CERES
tensiometers at 40 cm
TDR
gravimetry
Simulated and observed soil water content
DOY
d)
Water in Layer 4 (35-65cm)
CERES
tensiometers at 70cm
TDR
gravimetry
Simulated and observed soil water content, mm
DOY

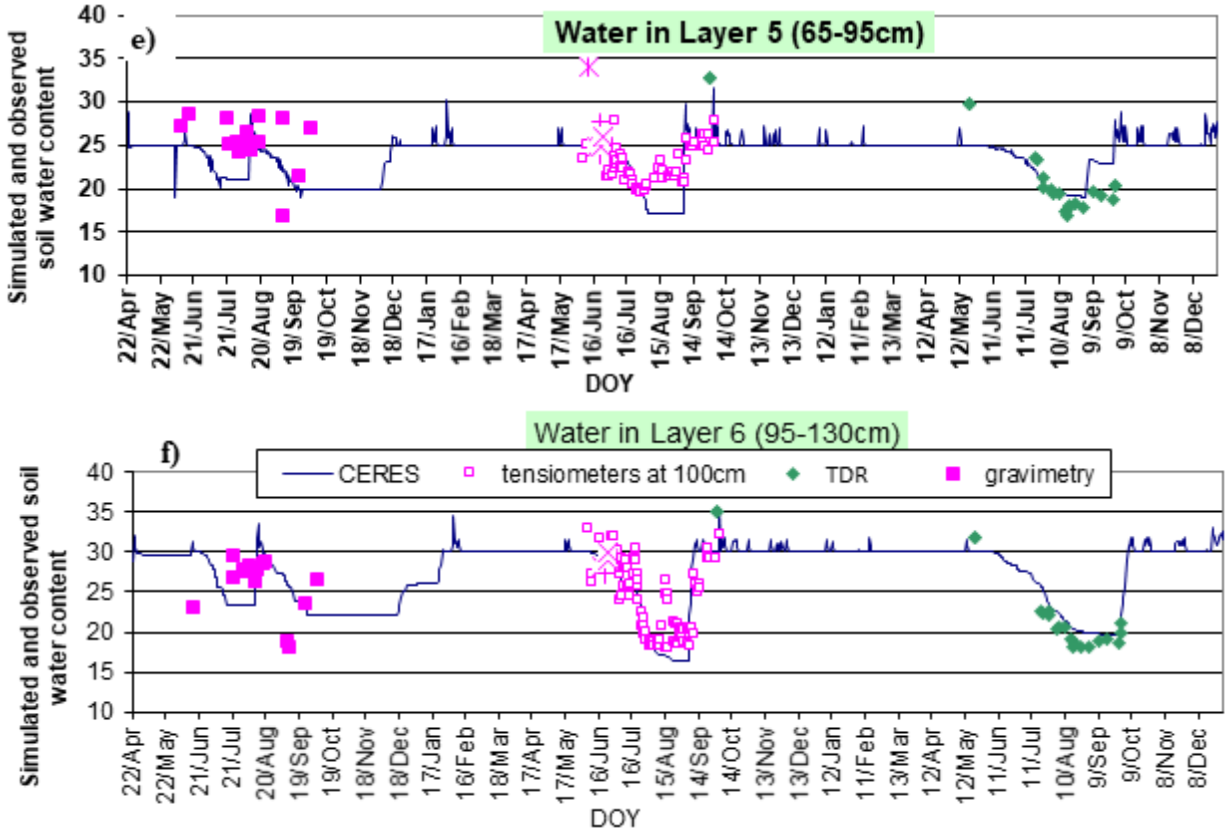


Fig.3 Simulated and observed soil water content (tensiometers and TDR) relative to irrigated maize in lysimeter № 2; Chelopechene site, **1997-1999**. (Popova Z., et al., 2001a)

Correlations between ***PESW*** (mm/1.30 m), weekly sum of maize ***ET, mm***, and satellite-based ***VH*** indexes, 1996-2000 are searched (Fig.4 and Fig. 7).

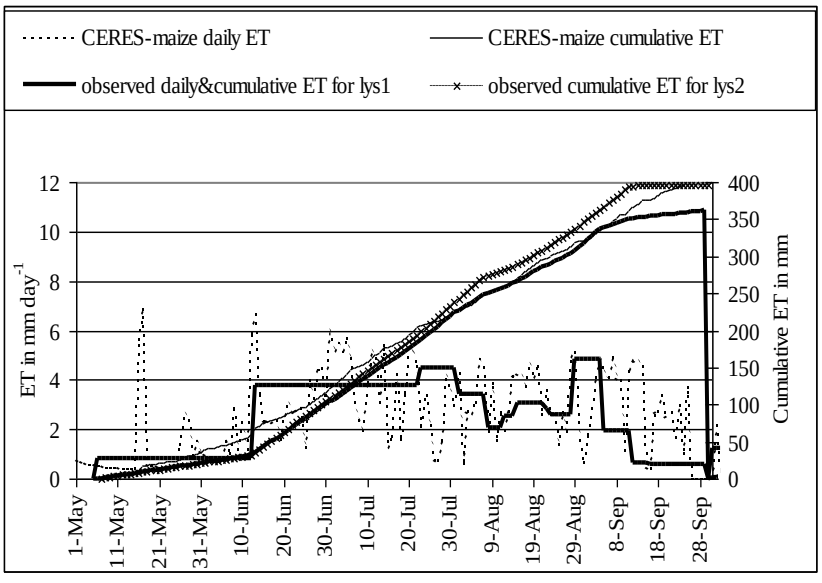


Fig. 4. Simulated daily (—— lysimeters, eq.3) and observed actual cumulative (— — lysimeters №1 and № 2) crop evapotranspiration ***ET*** relative to irrigated maize; Chelopechene site, 1997.

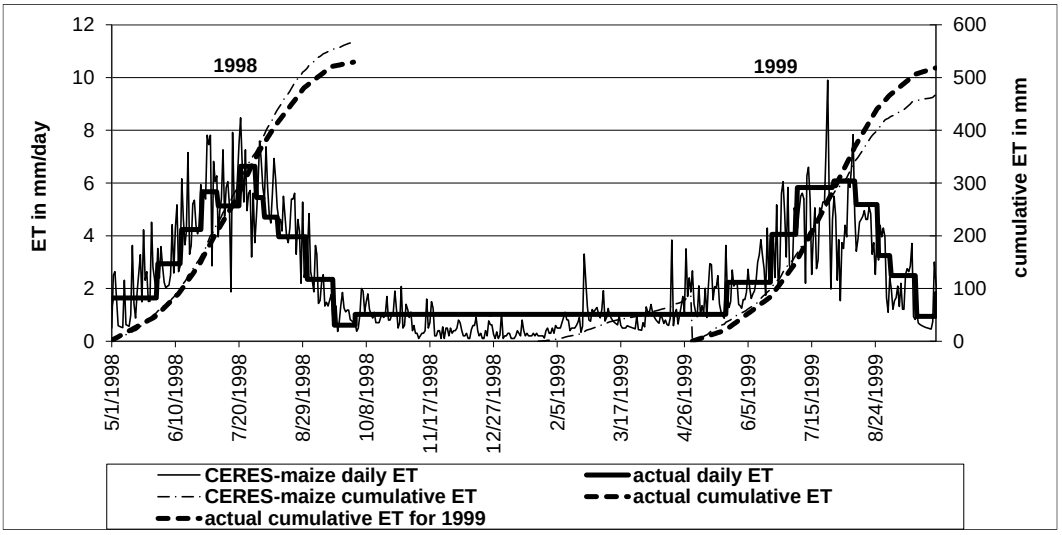


Fig. 5. Simulated (eq.3) and observed actual evapotranspiration (ET) in lysimeter №1 over the period 1/05/1998-1/10/1999, a Chromic Luvisol, Chelopechene (Popova Z. et al., 2001a).

Simulated and respectively observed values of Soil Water (***SW***) and Potentially Extractable Soil Water (***PESW***) (Figs.**2 & 3a**), as well as water absorption by the crop (***ETa***) is presented in Figs.**4 & 5** while absorbed nitrogen (***N-NO₃***) by the crop, as well as its leaching bellow 2m depth, drainage of water and nitrogen content in the soil (*N-NO₃*)(Fig. **6**).

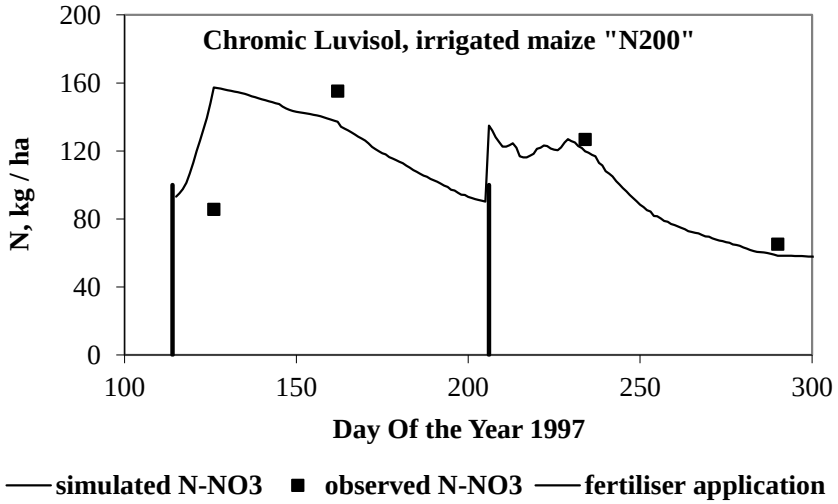


Fig. 6. Simulated (-) and observed (■) nitrogen storage (0-130 cm), irrigated maize, treatment **A1N200,** a Chromic Luvisol. (Popova Z.& Kercheva M. 2005; Popova, 2008)

Slope parameter **(*b*)** of regression between observed and simulated potentially extractable soil water (***PESW***) is within the limits **0.87 - 1.18** while coefficient of determination (***R²*)** is within the range **0.65 to 0.85** while the error (***RMSE***) ranges between **8.5 and 18.9 mm** in **CERES-NC-Maize** validation test (**Table 3**).

Table 3. Parameters of statistical test of CERES-NC-maize model evaluation, Chelopechene

		Nitrogen	$SW_{cal}=a+b.SW_{obs}$					$PESW_{cal}=a+b.PESW_{obs}$				
	year	rate Kg N ha^{-1}	n	a, %v/v	b	R^2	**RMSE** % v/v	n	a, mm	b	R^2	**RMSE** mm
irrigated+ rainfed *plots*	1997*	200	97	6.88	0.65	0.40	1.27	16	-11.06	1.01	0.38	10.27
	1997	250	294	3.98	0.83	0.48	3.87	93	-14.40	**1.18**	**0.84**	10.64
lysimeter	1998	200	256	10.40	0.64	0.53	2.40	87	-2.72	1.12	**0.65**	**8.50**
No1	1999	218	107	4.00	0.92	0.45	2.30	21	29.04	**0.87**	0.72	**18.90**

* *model calibration*

Actual **PESW**, mm of maize, simulated by **CERES model** and Satellite-based **VH** indices was correlated with **each week's VCI, TCI and VHI** during **1997-1999** to study **how PESW correlates** with **VH - indices** during the period of strong crop response to weather conditions. Another correlation was searched between the weekly sum of evapotranspiration **ET** (mm) and the weekly **VHI** indices.

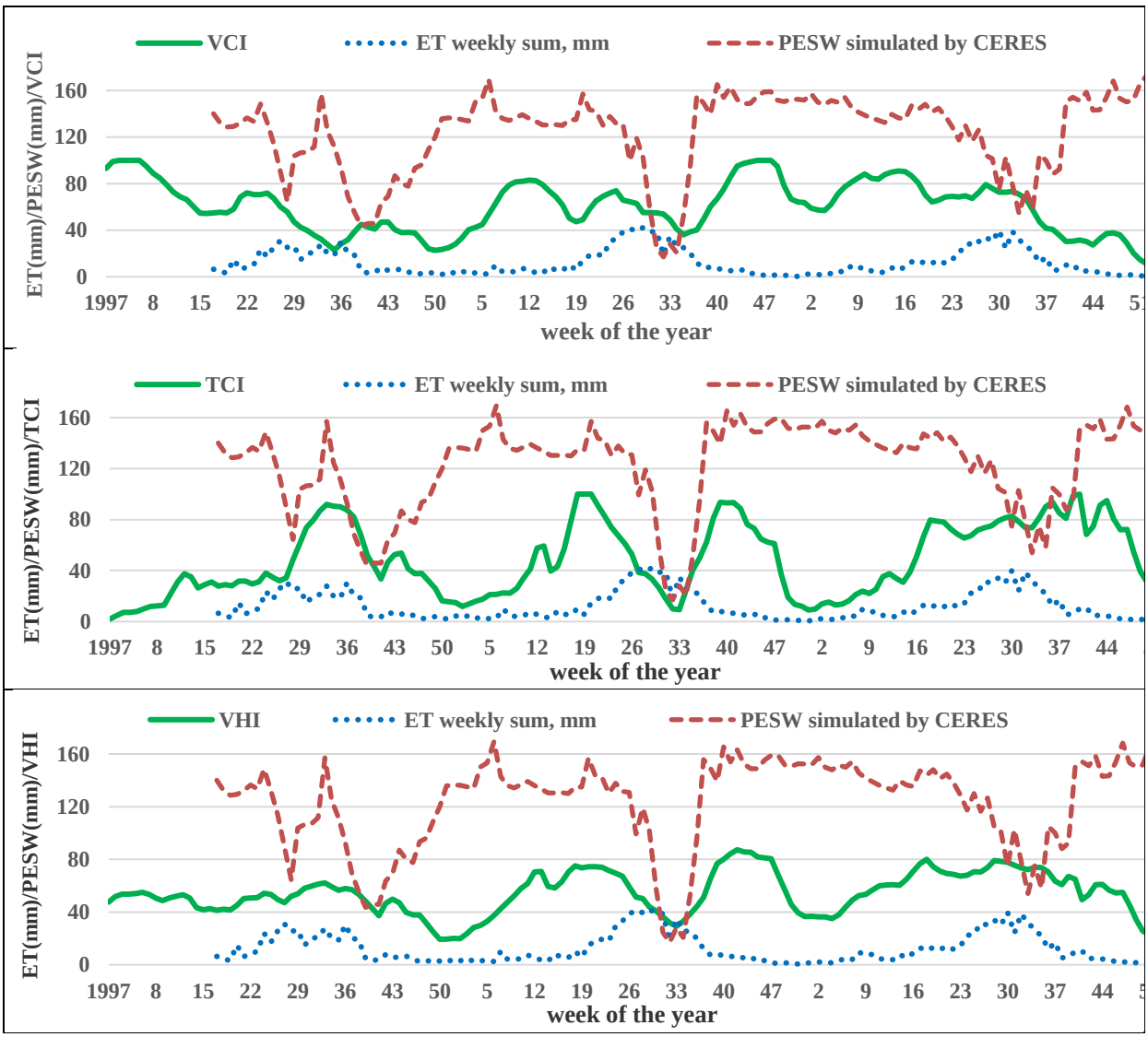


Fig. 7. Correlation between **PESW** (mm)/ **ET** weekly sum (mm) of maize simulated by **CERES model** and ***Satellite-based VH*** indexes.

The comparison chart of **PESW**/**ET** weekly (mm) and **VCI, TCI** and **VHI** shows good correlations for the three investigated years (1997,1998 and 1999) at the periods of the greatest depletion of moisture between **28** and **41 week.**

Conclusion

1. Model predictions are acceptably precise in most of the tested situations (Figs. 1&7) (Popova, Gabrielle, Leviel, Kercheva, 2001a; Popova&Kercheva, 2005a & 2005b; Popova, 2008; Popova&Shopova, 2002). The highest degrees of association (**R^2>0.84** %) is established between observed and simulated series of ***PESW*** in the fertilised treatments when the error (***RMSE***) ranges from **8.5** to **18.9** mm (**Table 3**).The results support **CERES-NC-maize model** use for validation and prediction of aboveground dry matter, *N-uptake* and *leaching*, water balance (***SW***, ***PESW***, ***ETcrop***) and soil nitrate storage under maize crop grown in Sofia field.

2. The study finds that Potentially Extractable Soil Water in the root zone ***PESW* (mm/1.30m)** and Soil Water ***SW*** content of ***genetic layers*** (% by vol.) could correlate with the ***VHIs*** during the critical period of maize development.

3. The values of the indices during the periods of plant greatest need of water are near the established total evapotranspiration – calculated for each of the weeks of the year similarly to the ***VH indices***. They can be used as indicators of actual crop water requirements for evapotranspiration ***ETcrop*.**

The building of statistical models needs much more data to explore the possibilities of ***VH*** indices to forecast ***ET*** *crop/actual crop water requirements and* ***PESW*** *(mm).*

References

Gabrielle B., Menasseri S., Houot S. 1995. Analysis and field-evaluation of the Ceres models water balance component. Soil Science Society America Journal, 59, 1403-1412.

Gabrielle, B., Kengni, L. 1996. Analysis and field-evaluation of the CERES models' soil components: Nitrogen transfer and transformation. Soil Sci. Soc. Am. J. 60:142-149.

Jones C.A., Kiniry J.R. 1986. CERES-Maize A simulation model of Maize Growth and Development, Texas A&M University Press, College Station.

Kidwell, K. B., 1997. Global Vegetation Index User's Guide (Camp Springs, MD: US Department of Commerce, NOAA,National Environmental Satellite Data Information Service, Nat.Climatic Data Center).

Kogan, F.,1997.Global drought watch from space. Bulletin of the American Meteorological Society, 78, pp. 621–636.

Kogan, F., Bangjie, Y., Guo, W., Pei, Z. Jiao, X., 2005. Modelling corn production in China using AVHRR-based vegetation health indices. International Journal of Remote Sensing, 26, pp. 2325–2336.

Kogan, F., Gitelson, A., Zakarin, E., Spivak, L. and L. Lebed, 2003. AVHRR-based spectral vegetation indices for quantitative assessment of vegetation state and productivity: calibration and validation. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 69, pp. 899–906. 445.

Kogan, F., A. Powell, O. Fernando, (Eds.), 2011. Use of satellite and in-situ data to improve sustainability. Dordrecht: Springer, New York, pp. 99–104.

Kogan, F., L. Salazar, L. Roytmen, 2012. Forecasting crop production using satellite-based vegetatioin health indices in Kansas, USA, International journal of Remote Sensing.3:2798-2814 doi:10.1080/01431161.621464.

Kogan, F., T. Adamenko, W. Guo, 2013. Global and regional drought dynamics in the climate warming era. Remote Sensing Lett. 4:364–372.

Kogan, F., W. Guo, 2016. Early twenty-first century droughts during the warmest climate. Geometrics, Natural Hazards and Risk, 1:127-137 pp, Taylor & Francis.

Kogan F., W. Guo, A. Strashnaia, A. Kleshenko, O. Chub and O. Virchenko, 2015. Modelling and prediction of crop losses from NOAA polar-orbiting operational satellites. Geomatics,Natural Hazards and Risk, 5:1-15 pp,Taylor & Francis http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2015.1009178

Popova Z., Kercheva M. (2002) Optimization of strategies to mitigate biological droughts consequences under wheat and maize in Bulgaria. *Journal of Balkan ecology*. Vol.5, №1, pp.48-58.

Popova Z., Gabrielle B., Leviel B., Kercheva M.(2001a) Test of biological module of CERES-maize model in lysimeters on Chromic Luvisol. *Soil science agrochemistry and ecology*. Vol.XXXVI, № 4-6:105-110.

Popova Z., Kercheva M., Leviel B., Gabrielle B. (2001b) Consequence of heavy precipitation and droughts in Bulgarian agroecosystems and ways of mitigating their impacts. *Proceedings of the* 19th *European Regional Conference of ICID*. Burno-Prague paper №132 (CD-ROM).

Popova Z., Kercheva M. (2004) Integrated strategies for maize irrigation and fertilisation under water scarcity and environmental pressure in Bulgaria. *Irrigation and Drainage.* Internat ional Commission on Irrigation and Drainage, 53 (1):105-113.(Wiley Inter Science Publisher) ISSN:1531-0353; DOI: 10.1002/ird.104 (IF=0.931)

Popova Z., Kercheva M. (2005a) Ceres model application for increasing preparedness to climate variability in agricultural planning-calibration and validation test. *Physics and Chemistry of the Earth, PartsA/B/C* Vol. 30 (1-3):125-133. Elsevier Science Publisher. DOI: 10.1016/j.pce.2004.08.026

Popova Z., Kercheva M. (2005b) Ceres model application for increasing preparedness to climate variability in agricultural planning- Risk Analyses. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* Vol. 30 (1-3)117-124. Elsevier Science Publisher. DOI: 10.1016/j.pce.2004.08.025

Popova Z., (2008) Optimization of irrigation scheduling, yields and their environmental impacts by crop models. Synthesis of dissertation thesis for the scientific degree “Doctor of agricultural sciences” ISSAPP ”N. Poushkarov”, Sofia, p. 101

Popova Z., Leviel B., Kercheva M., Varlev I., Gosse G. (1999) Linking water in N-dynamics of cropped soil into risk of ground water pollution. In: Musy A, Pereira L.S, Fritsch M.(Eds.) *Proceedings of 2nd Inter-Regional Conference on Environment-Water* “Emerging Technologies for Sustainable Land Use and Water Management”, Lausanne, PPUR, pp. 41-42.

Popova Z., Shopova D. (2002) Water balance under maize in lysimeters on Chromic Luvisol. *Почвознание Агрохимия и Екология*. Том XXXVII, № 1-3, pp.5-10.

ПОСТЕРНА СЕСИЯ

ЕРОЗИОННИ ПРОУЧВАНИЯ В МАЛКИ ВОДОСБОРИ В СТАЦИОНАР „ИГРАЛИЩЕ“

Ели Павлова-Трайкова

Институт за гората, Българска академия на науките
pavlova.eli77@gmail.com

Резюме

Ерозията на почвата се приема като основен проблем, свързан с промяната на климата и влиянието на човешката дейност. Тя има дългосрочни ефекти и води до екологични проблеми, и е причина за дългосрочен спад в плодородието, което намалява продуктивността на земеделските земи. Влошава режима на водните течения и намалява водозадържащата способност на почвата. Ерозията се възприема и като основна причина за влошаване на качеството на водите.

В България, природните условия предразполагат развитието на интензивна почвена ерозия, като за една от най-засегнатите територии се приема югозападната част на страната, където се намира и обекта на проучване.

Изследването представя резултати от първи етап на комплексни ерозионни проучвания в малки водосбори в стационар „Игралище“, разположен в един от притоците на река Седелска, част от водосбора на река Струма. Заложени са пробни площи в култури от бял бор, черен бор и благун. Взети са почвени и растителни проби за анализ в няколко повторения.

Получените резултати показват по-висока водозадържаща способност на постилката под културите от бял бор и по-слаба при черния бор и благуна. Основните почвени характеристики показват по-високо съдържание на въглерод и азот в почвите при културите и по-ниско при контролата. Установи се добра порьозност, което е и предпоставка за по-пълно усвояване на падналите валежи.

Ключови думи: ерозия, стационарни изследвания, река Струма

EROSION STUDIES IN SMALL CATCHMENT AREA IN EXPERIMENTAL STATION “IGRALISHTE”

Eli Pavlova-Traykova

Forest Research Institute, Bulgarian Academy of Sciences
pavlova.eli77@gmail.com

Abstract

Soil erosion is considered as a main problem related to climate change and the impact of human activity. It has long-term effects and leads to environmental problems, and cause a long-term decline in fertility, which reduces the productivity of arable lands. Deteriorates the regime of water currents and reduces the water holding capacity of the soil. Erosion is also considered as the main factor for reduce the water quality. In Bulgaria, the natural conditions are a perequisitefor the development of intensive soil erosion, as one of the most affected areas is considered to be the southwestern part of the country, where the object of study is located. The study presents the results of the first stage of complex erosion research in small catchments in the experimental station "Igralishte", located in one of the tributaries of the river Sedelska, part of the catchment area of the river Struma. Experimental sites in afforestation of white pine, black pine and in Hungarian oak are set. Samples from soil and dead leaf cover were taken for analysis. The obtained results show a higher water holding capacity of the dead leaf cover under the afforestation of white pine and lower in

black pine and Hungarian oak. The main soil characteristics show a higher content of carbon and nitrogen in the soils in the afforestation and lower in the control. A good porosity was established, which is a prerequisite for complete absorption of the fallen precipitation.

Key words: erosion**,** stationary research, river Struma

Въведение

Ерозията на почвата е сериозен екологичен проблем(Yang et al., 2003; Feng et al., 2010), който влияе в дългосрочен аспект на почвите, режима на водните течения, продоволствената сигурност и биоразнообразието(Shi et al., 2012; Lal et al., 1997; Gu et al., 2018). Почвената ерозия оказва влияе на природата, но и на живота на всички хора, чрез икономическите щети, които нанася. Установено е, чедеградацията на земната повърхност се отразява негативно върху благосъстояниет онай-малко на 3,2 милиарда души и струва повече от 10 процента от годишния брутен продукт в световен мащаб в резултат на загуба на биологично разнообразие и екосистемни услуги (IPBES, 2018).

В България, една от най-засегнатите от ерозия и риск от наводнения територии е водосборът на река Струма. Основна причина е комплексът от фактори, които са съчетани, но главен фактор, влияещ върху интензивността на ерозията във водосбора е наклона на склоновете. Стръмните и много стръмни склонове заемат около 60 % от общата площ (Martensson et al., 2001; Malinov et al., 2009). Податливостта на почвата на ерозиране е вторият фактор, определящ проявлението на ерозията.

В средната част на водосбора на река Струма се намира водосборът на река Седелска (Драковска). Реката е представител на запороите, десни притоци на река Струма (Marinov et al., 2002). В горната част на реката, през 1970 г. е изграден стационар „Игралище“. Той се намира на територията на Малешевска планина, където изследвания се извършват в 4 експериментални водосбора с различни характеристики и размери (Mandev, 1984; Marinov, 2009). От годината на създаването си и до момента, в стационара се провеждат подробни изследвания с актуална научна тематика (Mandev, 1980; 1982; 1984; 1995; 1996; Marinov et al., 2001; Marinov, 2009).

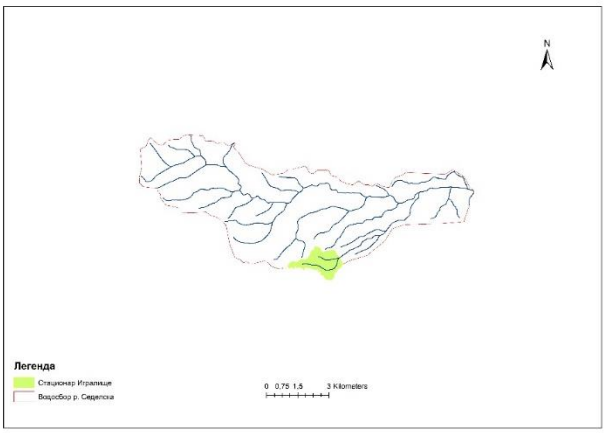
В наши дни в стационара се извършват основно ерозионни и хидрологични проучвания в изградени постоянни опитни площи. Изследват се климатични, почвени, ерозионни и лесовъдски показатели, използват се създадените експериментални водосбори за комплексни изследвания на ерозионните фактори (валежи, растителност, почви, релеф), количеството на водния отток и еродираната почва.

Цел на изследването е да се оцени ерозионното състояние на почвите и водозадържащата способност на горската постилка в пробни площи в стационар „Игралище“.

Материали и методи

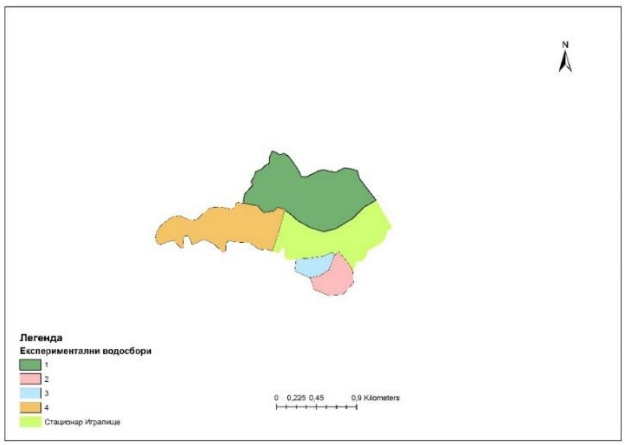
Стационар „Игралище“ се намира в югозападната част на България на около 22 км от гр. Сандански в Малешевска планина. Той е изграден в горната част на Палатски дол, който е един от притоците от първи порядък на река Седелска (фиг.1).

Горската растителност във водосбора е представена предимно от зимен дъб, благуни космат дъб, а културите във водосбора са основно бял бор и по-малка част от черен бор (Marinov, 2009). Около половината от общата площ на стационара е с много стръмни склонове, а екологичните условия на територията му се приемат като представителни за горките екосистеми в този височинен пояс.



Фигура 1. Местоположение на стационар „Игралище“
Figure 1. Location of station “Igralishte”

На територията на стационара има изградени четири малки експериментални водосбора (фиг. 2), с площ от 0,075 до 0,064км^2(Marinov, 2009), от където са взети проби за анализ.



Фигура 2. Експериментални водосбори в стационар „Игралище“
Figure 2. Experimental watersheds in station “Igralishte”

За определяне на ерозионното състояние на почвите са взети почвени образци от повърхностни слоеве (0-5 и 5-20 cm) и горската постилка в избрани пробни площи в няколко повторения. Определено е теглото на горскатапостилка, реакцията (pH) във воденразтвор, съдържанието на въглерод (C, %), общ азот (N, %) и пълната ѝ влагоемност в лабораторна обстановка.

Изследваните почвени показатели са скелет, обемна плътност, относителна плътност, порьозност, механичен състав, почвена реакция (pH) във воде разтвор, съдържание на органичен въглерод (C, %) и общ азот (N, %), като са използвани общоприети методики (Donov, 1993).

Резултати и обсъждане

От получените резултати (табл.1) се установи, че всички почвени проби са с кисела реакция (pH 3,0-6,5). За почвите под иглолистни култури киселата реакция е характерна (Petkov, 1979; Timusheva, 1986; Velizarova, 2008), но това се установи и при пробите под широколистна растителност и контролата, взета от поляна.Киселият

характер на почвите е един от факторите за ускоряване на деградационните процеси (Velizarova, Marinov 2006) и води до по-голяма податливост към ерозиране.

Таблица 1. Характеристика на почвите
Table 1. Soil characteristics

Проб-на площ	Вид	Дълбо-чина, cm	pH (H_2O)	C, %	N, %	Ске-лет, %	Q	D	Порьоз ност, %	Механичен състав		
										Пясък	Гли-на	Ил
ПП 1	черен бор	0-5	5,85	1,3683	0,0566	17.76	0,96	2,9	66,90	89,89	10,11	4,04
		5-20	5,53	0,9473	0,0414	17.13		2,7		94,1	5,9	4,06
ПП 2	бял бор	0-5	5,24	3,1579	0,0658	25.38	1,35	2,2	38,64	94,69	5,31	8,38
		5-20	5,48	2,4209	0,0612	19.58		2,2		54,12	45,88	4,06
ПП 3	бял бор	0-5	5,05	6,2103	0,2006	5.57	0,26	2,5	89,6	72,35	27,65	8,38
		5-20	4,47	5,3682	0,1409	7.84		2,3		52,55	47,45	12,9
ПП4	благун	0-5	5,02	2,499	1,1796	28.96	0,9	2,0	55,0	81,68	18,32	4,13
		5-20	5,03	0,9996	0,72	56.38		2,4		86,2	13,8	4,11
ПП5	контрола	0-5	5,12	2,2991	0,6434	49.22	1,0	2,3	56,5	90,49	9,51	4,09
		5-20	4,9	0,7996	0,5515	73.95		2,4		98,66	1,34	4,00

Стойностите на общите физични свойства на почвите варират в зависимост от характера на механичния състав. Обемната плътност на почвите е по-малка в сравнение с относителната плътност, която има по-високи стойности и варира между 2,0 и 2,9. При всички проби се наблюдава висока порьозност, което е показател за по-добро усвояване на падналите валежи, но в този случай високите стойности на този показател се дължат на голямото наличие на пясък, за което говори както разпределението на механичния състав, така и повишената стойност на относителната плътност. Това разпределение показва високата податливост на ерозиране и заедно със стръмните склонове определя високия потенциален ерозионен риск на голяма част от водосбора (Marinov, 2006).

Подобни зависимости са установени в горната част на водосбора на Струма и в предходни изследвания във водосбора на река Драковска (Kerenski et al.,1968; Sokolovska et al., 2021). Съдържанието на въглерод варира, като най-добре запасени са почвите при ПП3. Азотът също варира, като най-ниски стойности има при ПП1, а най-високите са при ПП4.

Таблица 2. Характеристики на горската постилка
Table 2. Dead leaf cover characteristics

пробна площ	вид	pH (H_2O)	C, %	N, %	суха проба, g	Тегло след 12h,g	Тегло след 24h,g
1	черен бор	4,87	57,2427	0,9652	540,2	1217,3	1415,9
2	бял бор	4,47	55,0439	0,9192	721,4	1937,9	2218,16
3	бял бор	4,19	53,046	0,7047	687,9	1396,2	1557,4
4	благун	5,57	45,7816	0,6587	249,47	827,45	874,2

Висока водозадържаща способност се установи при всички взети проби. Най-висока тя е при ПП2 (бял бор), като за 12 часа, горската постила е успяла да задържи водно количество два пъти повече от собственото ѝ тегло. Висока водозадържаща способност на култури от бял бор е установил Marinov (1995) и се потвърждава и в други водосбори (Pavlova-Traykova et al., 2018). Задръжният ефект се реализира основно през първите 12 h, след което се установи по-слаба водозадържаща способност. Съдържанието на С в анализираните проби от горска постилка се изменя в границите от 45,78% в ПП 4 до 57,24 % в ПП 8. Азотът в постилката се движи в границите от 0,65% до 0,96%. Високите стойности на въглерода спрямо азота показват, че процесът наразлагане на органичните вещества протича бавно. Киселата реакция на постилката, също допринася за забавената степен на разложеност.

Заключение

Получените резултати за механичен състав показват високо съдържание на пясък при всички почви, което ги прави податливи на ерозионни процеси. Голяма част от почвите не са добре запасени с азот (N>0,2). Стойностите на въглерода варират, като най-високи са стойностите при ПП3.Значително по-ниските стойности на тези елементи сравнено със стойностите им при постилките, показва че трансформацията на органични вещества протича много бавно, но и че голяма част от тези веществавероятно се отмиват с повърхностния отток.

Горската постилка показва добри водорегулиращи свойства, в състояние е да задържи значително количество вода, като най-много се установи при културата от бял бор.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решениена МС № 577/17.08.2018 г. и финансиранаот МОН (Споразумение № Д01-363/17.12.2020).

Литература

Donov, V. 1993. Soil science. Martilen, S., 335.

Feng, X., Y. Wang, L. Chen, B. Fu, G. Bai. 2010. Modelling soil erosion and its response to land-use change in hilly catchments of the Chinese Loess Plateau. Geomorphology 118, 239–248.

Gu, Zhijia., X. Yun, G. Yuan, R. Xiaoyu, Ch. Congcong, W. Sichu. 2018. Quantitative assessment of soil productivity and predicted impacts of water erosion in the black soil region of northeastern China, Science of The Total Environment, Volumes 637–638,Pages 706-716, ISSN 0048-9697, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.061.

IPBES. 2018. Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. R. Scholes, L. Montanarella, A. Brainich, N. Barger, B. ten Brink, M. Cantele, B. Erasmus, J. Fisher, T. Gardner, T. G. Holland, F. Kohler, J. S. Kotiaho, G. Von Maltitz, G. Nangendo, R. Pandit, J. Parrotta, M. D. Potts, S. Prince, M. Sankaran and L. Willemen (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 44 pages

Kerenski, St., St. Angelov, A. Mandev. 1968. On erosion and erosion control in Drakovska river watershed –Forest management science, 4, 47–64.

Lal, R., A. Wagner, D.J. Greenland.1997. Degradation and resilience of soils. Philos. Trans. R. Soc., B, 352 (1356), pp. 997-1010

Malinov, Il., S. Ruseva, A. Lazarov, V. Stefanova, Ch. Dzhodzhov, V. Kuzmov, L. Lozanova, El. Tzvetkova, D. Nekova, P. Dimitrov, V. Vuteva, V. Dimitrov, Iv. Marinov. 2009. Mapping of soil erosion risk factors in Bulgaria. Bulgarian Journal of soil science, agrochemistry and ecology. 2, 30-41. ISSN 0861-9425.

Mandev, A. 1980. Study on the slope outflow in Maleshevskamountain. - Forest management science, 3, 35-44

Mandev, A. 1982. Water and solid runoff on northern slopes in Maleshevska Mountain. Forest management science, 4, 34-44.

Mandev, A. 1984. Study of water and solid runoff in small catchments of Maleshevska Mountain. Forest management science, 3, 45-64.

Mandev, A. 1995. Regularities in the change of the intensity of the surface water erosion in different ways of land management in mountain catchments. Proceedings: Scientific Conference with International Participation "90 Years of Combating Soil Erosion in Bulgaria", Sofia, 16 – 20 oct 1995, 37–41.

Mandev, A. 1996. Assessment of the soil protection efficiency of some forest ecosystems in Southwestern Bulgaria. Second Balkan Scientific Conference on Research, Conservation and Use of Forest Resources. June 3-5,1996, C., II, 43-47.

Marinov, I. Ts. 1995. Water retention capacity of white pine forest crops. Forest science, 1, 43-49.

Marinov, I. Ts. 2006. Degradation of forest lands in Bulgaria (Stocktaking of land degradation in forestry). Discussion report - Project "Capacity Building for Sustainable Land Management in Bulgaria", 27; In: Soil Degradation Processes and Possible Measures for Sustainable Land Management in Bulgaria, ed. Prof. Ivan Atanasov, PhD, Minerva Publishing House, 304.

Marinov, I. Tz. 2009. Climatic condition and rain fall erosivity in Malashevskamountain. Forest science, 2, 73-87.

Marinov, I. Tz.,N. Vasilev, M. Stoichkov, D. Lazarova. 2001. Annual water outflow from afforested small catchments. Third Balkan Scientific Conference "Research, Conservation and Restoration of Forest Resources" October 2-6. 2001, Sofia, V, III, 268-276.

Marinov, I. Tz.,U. Martenson, Il. Malinov. 2002. Evaluation of the erosion processes in tributaries of the Struma River. River Sedelska (Drakovska). Forest science. 3/4, 69-78.

Martensson, U., I. Ts. Marinov, I. Malinov. 2001. Potential Soil Erosion Risk in Watershed Basin of Struma River, Bulgaria. - Journal of Balkan Ecology, vol. 4, 4, 357-366.

Pavlova-Traykova, E., I. Marinov, P. Dimov. 2018. Analysis of erosion control activities at torrent Badinskariver, South West Bulgaria. II. Erosion control activities. Forest science,V 54, 2, p.67-82.

Petkov, P. 1979. On the question of the soil-forming role of pine crops. Forest management science, 5, 67-70.

Shi, Z.H., L. Ai., N.F. Fang, H.D. Zhu. 2012. Modeling the impacts of integrated small watershed management on soil erosion and sediment delivery: A case study in the Three Gorges Area, China. Journal of Hydrology 438–439, 156–167.

Sokolovska, M.,Iv. Ts. Marinov, E. Pavlova-Traykova. 2021. Soil characteristics degradation risk assessment and hydro technical facilities condition in the upper stream of the Dzhermanriver. Forest science (in press).

Timusheva, Sn. 1986. Acidity of eroded forest soils under some coniferous and deciduous crops. Forestry and forest industry, 11, 9-11. ISSN 0205-1753.

Velizarova, E. 2008. Changes in some major soil properties and indexes as a result of erosion processes. Forest science, 3, 89-98.

Velizarova, E.,Iv. Tz. Marinov. 2006. Soil erodability (K factor) of cinnamonic forest soil from Gabra experimental station – Ihtimanska sredna gora mountain. Forest science, 2, 63-76.

Yang, D., Kanae, S., Oki, T., Koike, T., Musiake, K. 2003. Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes. Hydrological Process, 17, 4, 2913-2918.

ЗНАЧЕНИЕ НА ТОРЕНЕТО ЗА РАЗВИТИЕ НА СЛЪНЧОГЛЕД ВЪВ ВЕГЕТАЦИОНЕН ОПИТ С АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА

Ана Кацарова, Люба Ненова, Цецка Симеонова, Мая Бенкова, Здравка Петкова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
”Н. Пушкаров”, Селскостопанска Академия
anichrankina@gmail.com

Резюме

Изследването е проведено в условията на съдов експеримент с Алувиално-ливадна почва, за да се оцени ефективността и взаимодействието на различни норми на азотни, фосфорни, калиеви и силициеви торове в почвата и влиянието им върху развитието на слънчоглед. Тест-културата е среднораннен хибрид слънчоглед (*Helianthus annuus* L.) – Sumiko HTS. Опитът включва 15 варианта на торене и един контролен вариант, в 3 повторения. Получени са данни за височината на растенията на 34-ия, 47-ия, 57-ия и 67-ия ден, от началото на вегетацията, както и тегла на свежа биомаса от надземната част на 57-ия и 67-ия ден. Съгласно получените експериментални данни агрономическите характеристики са повлияни от торенето. Водеща е ролята на азота с норма - 200 и на силиций в норма Si 800 mg/съд.

Ключови думи: норми на торене, азотни, фосфорни, калиеви и силициеви торове, темп на нарастване на биомасата на слънчоглед.

SIGNIFICANCE OF FERTILIZATION FOR THE DEVELOPMENT OF SUNFLOWER IN A POT EXPERIMENT WITH ALLUVIAL MEADOW SOIL

Ana Katsarova, Liuba Nenova, Cecka Simeonova, Maia Benkova, Zdravka Petkova

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies
and Plant Protection, Agricultural Academy
anichrankina@gmail.com

Abstract

The study was conducted in the conditions of pot experiment with Alluvial meadow soil. The aim was to evaluate the effect of different rates of nitrogen, phosphorus, potassium and silicon fertilizers in the soil and their impact on the vegetation of Sunflower. The test culture was an early to medium-early hybrid Sunflower (*Helianthus annuus* L.) - Sumiko HTS. The experiment includes 15 fertilization variants and one control variant, 3 repetitions each. Data were obtained on the height of the plants on the 34th, 47th, 57th and 67th day, from the beginning of the vegetation, as well as weights of fresh biomass from the aboveground part on the 57th and 67th day. According to the obtained experimental data, the agronomic characteristics were affected significantly by treatments. The leading role is played by nitrogen with norm – N_{200} and silicon in norm 800 mg/pot.

Key words: fertilization rates, nitrogen, phosphorus, potassium and silicon fertilizers, growth rate of sunflower biomass.

Въведение

Силицият (Si) е един от най -разпространените елементи в земната кора и основен структурообразуващ почвен елемент. Той е предимно инертен и слабо разтворим. Вследствие на земеделската дейност е подложен на постоянен износ с растителната продукция и това ускорява деградацията на почвата (Matychenkov, 2008, Matychenkov, 2014).

Слънчогледът е важна маслодайна култура. Балансираното обезпечаване на хранителния режим има ключова роля за получаване на стабилни добиви с високо качество на всяка земеделска култура. Изследванията, свързани с оптимизиране храненето на слънчогледа са малко на брой, а за торене със силиций почти не се среща информация. Слънчогледът образува два пъти повече корени, в които се съдържа 1,5 пъти повече азот и 5 пъти повече калий, в сравнение с други пролетни култури (Nikolova, 2010; Saldzhiev, 2004). Тази култура се отличава и с изключителни изисквания към микроелементите. Много важно е и нарастването на стъблото, което трябва да е устойчиво на полягане и да осигурява продължителен пренос на метаболити към нарастващите семена и тук е главно ролята му.

Последните проучвания потвърждават, че Si е важен елемент, който увеличава толерантността на растението срещу стреса, причинен от резки промени в околната среда. Si (под формата на аморфен силициев диоксид) подсилва стените на епидермалните и съдовите тъкани. По този начин Si укрепва растителните тъкани, намалява загубата на вода и забавя гъбичната инфекция (Savant et al., 1999). Смята се, че Si е необходим за растежа, развитието и здравината на растенията (Richmond and Sussman, 2003). При висока концентрация от 450 ppm Si (0.045% или 0,45g/100g), растенията натрупват силиций предимно в корените си. По-ниските концентрации (150 ppm Si-0,15 g/100g) благоприятстват натрупването в леторастите, особено в листата. Това се отнася за растения, отглеждани както в течни, така и в твърди среди. Не е получено правдоподобно обяснение за тези разпределения от данните за скоростта на транспирация и за разтворимостта на силиция в растенията. По-голямата, макар и доста променлива част от силиция в растенията, се среща в неразтворима форма. Разтворимият силиций при висока концентрация не е токсичен за растенията. При някои културни и климатични условия растежът се подобрява от наличието на силиций, но при други условия подобно подобрение не се получава (Whittenberger, 1945).

В нашата страна използването на силициеви торове е слабо застъпено. Силицият (Si) не се счита за незаменим за растежа на растенията и натрупването му варира между видовете до голяма степен поради диференцираните механизми на усвояване. Прилагането му има потенциал да повиши наличието на хранителни вещества в ризосферата и да подобри усвояването им от растенията (Pavlovic et. al., 2021). Растителните видове се различават значително в способността си да натрупват Si, със стойности, вариращи от 0,1% до 10% Si (Epstein and Bloom, 2008). Следователно, някои растителни видове са минимално засегнати от внасянето на Si, в сравнение с други (Coskun et al., 2019). Затова е важно да се изясни влиянието и приносът на силиция върху ефективността на основните хранителни макроелементи при отглеждане на маслодайната култура слънчоглед.

Малко са и изследванията за прилагане на норми на торене, съобразени с физико-химичните свойства на почвения тип и физиологичните изисквания на Слънчогледа. Необходимо е попълване на наличната научна информация с изследвания, изясняващи приноса на всеки отделен хранителен елемент в ефективността на торенето, което да позволи избор на икономически оптимални и същевременно екологосъобразни норми на торене (Nikolova, 2010).

Основна цел на изследването е установяване значението на нормите на основните за храненето на растенията елементи (N, P, K и Si) и комбинирането им за оптимизиране хранителния режим на слънчоглед.

Материали и методи

На 21.04.2021 г. е заложен и изведен вегетационен торов опит с тест култура ранен до средноранен хибрид слънчоглед (*Helianthus annuus L.*) – Sumiko HTS на Синджента. Изходната почва е Алувиално-ливадна, според класификацията на почвите в България (Koinov, 1987), определя се като Eutric Fluvisol - FLeu (FAO, 2015). Тя се характеризира с неутрална почвена реакция в орния хоризонт (pH_{H2O} 7,4), с ниско съдържание на общ азот (0,052%) и минерален азот (11,52 mg N/kg почва). Почвата има слаба запасеност на подвижен фосфор (8,09 mg P_2O_5 /100 g почва) и усвоим калий (14,35 mg K_2O/ 100 g почва).

Преди засяване на семената, в опитните съдове с вместимост 3 kg са добавени торове с различни количества на активните вещества в mg/съд, представени в таблица 1. Засяти са по 5 семена слънчоглед, като на по-късен етап са проредени до 3 растения във всеки съд. На 57-ия ден от вегетацията са прибрани по 2 растения и е оставено само 1 растение в съд. Опитът включва 15 варианта на торене и един контролен.

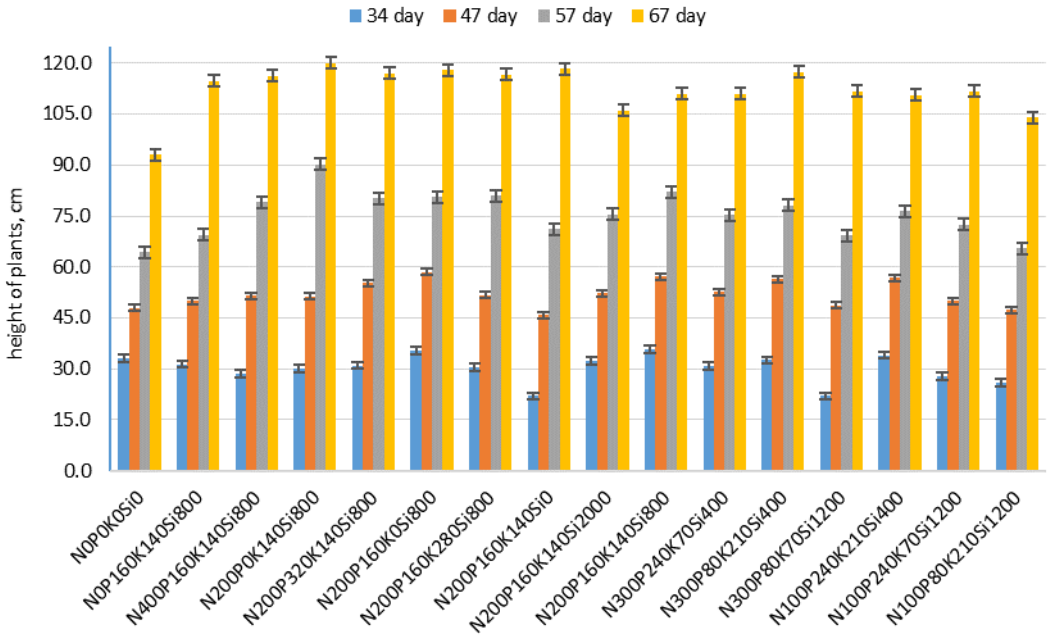
Таблица 1. Схема на съдовия експеримент
Table 1. Scheme of the pot experiment

B1. $N_0P_0K_0Si_0$ - Контрола	B9. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_{2000}$
B2. $N_0P_{160}K_{140}Si_{800}$	B10. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_{800}$
B3. $N_{400}P_{160}K_{140}Si_{800}$	B11. $N_{300}P_{240}K_{70}Si_{400}$
B4. $N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$	B12. $N_{300}P_{80}K_{210}Si_{400}$
B5. $N_{200}P_{320}K_{140}Si_{800}$	B13. $N_{300}P_{80}K_{70}Si_{1200}$
B6. $N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$	B14. $N_{100}P_{240}K_{210}Si_{400}$
B7. $N_{200}P_{160}K_{280}Si_{800}$	B15. $N_{100}P_{240}K_{70}Si_{1200}$
B8. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$	B16. $N_{100}P_{80}K_{210}Si_{1200}$

Получени са данни за височина на растенията, както и за теглата от надземната част на растенията. Статистическата обработка на получените резултати е изготвена със статистически продукт Statgraphics (ANOVA). За установяване на разликите между изследваните варианти е използван методът на Фишър за сравнение на средни стойности при най-малка доказана разлика (LSD), като е избрана 95% статистическа достоверност.

Резултати и обсъждане

През вегетацията на растенията от слънчоглед са осъществени измервания на височините през 34-ия, 47-ия, 57-ия и 67-ия ден от началото на опита фигура 1.



Фигура 1. Нарастване във височините на растенията от Слънчоглед по време на вегетацията
Figure 1. Increase in the height of Sunflower plants during the vegetation

От получените данни се отчита, че на 34-ия ден растенията, само във варианти B14 ($N_{100}P_{240}K_{210}Si_{400}$), B6 ($N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$) и B10 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_{800}$) са по-високи от контролния вариант (33.1 cm). Още в началото на вегетацията внесените количества силиций от 800 mg/съд в комбинация с 200 mg N/kg и 160 mg P_2O_5 /100 g почва оказват положителен ефект върху развитието на растенията. В научната литература силицият не е класифициран като основен елемент за растежа на растенията, но многобройни изследвания описват полезните му свойства при различни почвени и климатични условия, включително ниско количество в почвата на достъпни за растенията форми на хранителните вещества (Pavlovic et. al., 2021).

При втората дата на измерване отново има растения, по-ниски от контролата (48 cm), B8 – $N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$ и B16 – $N_{100}P_{80}K_{210}Si_{1200}$ (45.8 и 47.4 cm). При следващите две измервания най-високите растения се развиват, при норми на торене във B4 – $N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$ (90.3 и 120 cm), а във варианта B16 ($N_{100}P_{80}K_{210}Si_{1200}$) са най-ниските стойности (65.4 и 104 cm). Растежът на височина на растенията е значително намален с увеличаване на нормата на силиций, независимо от приложените нива на азот, фосфор и калий (Pavlovic et. al., 2021). Силицият по-скоро укрепва здравината на стъблата (Richmond and Sussman, 2003).

Направеният еднофакторен дисперсионен анализ на височините на растенията от слънчоглед, отчетени на 34-ия ден от вегетацията ги подрежда в 2 хомогенни групи, в които има статистически доказани разлики. В първата група (a) попадат варианти B8 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$) и B13 ($N_{300}P_{80}K_{70}Si_{1200}$), които показват най-ниски резултати. Във втората (b) – B6 ($N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$) и B10 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_{800}$), при които са отчетени стойности от 35 cm. Останалите варианти попадат в междинни групи, в които разликите не са статистически значими. На тази дата има 4 двойки, които показват статистически значими разлики при 95,0% ниво на достоверност, това са между B6 – B8, B6 – B13, B8 – B10 и B10 – B13.

Таблица 2. Влияние на нормата на торене върху височините на растенията от слънчоглед (еднофакторен анализ)

Table 2. Influence of fertilization rate on the heights of sunflower plants (one-way analysis)

Височина на растенията от слънчоглед (cm)								
Вариант	34 ден		47 ден		57 ден		67 ден	
1. $N_0P_0K_0Si_0$	33.1	ab	48.0	ab	64.3	a	93.1	a
2. $N_0P_{160}K_{140}Si_{800}$	31.3	ab	50.0	ab	69.5	abc	114.7	cd
3. $N_{400}P_{160}K_{140}Si_{800}$	28.5	ab	51.4	ab	79.0	bcd	116.3	d
4. $N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$	30.1	ab	51.3	ab	90.3	d	120.0	d
5. $N_{200}P_{320}K_{140}Si_{800}$	31.0	ab	55.2	ab	80.2	cd	117.0	d
6. $N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$	35.3	b	58.6	b	80.6	cd	118.0	d
7. $N_{200}P_{160}K_{280}Si_{800}$	30.4	ab	51.8	ab	81.0	cd	116.7	d
8. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$	22.0	a	45.8	a	71.2	abc	118.3	d
9. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_{2000}$	32.4	ab	52.2	ab	75.5	abc	106.0	bc
10. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_{800}$	35.7	b	57.1	ab	82.0	cd	111.0	bcd
11. $N_{300}P_{240}K_{70}Si_{400}$	30.8	ab	52.7	ab	75.2	abc	111.0	bcd
12. $N_{300}P_{80}K_{210}Si_{400}$	32.6	ab	56.3	ab	78.1	bcd	117.3	d
13. $N_{300}P_{80}K_{70}Si_{1200}$	22.0	a	48.8	ab	69.2	abc	111.7	bcd
14. $N_{100}P_{240}K_{210}Si_{400}$	34.0	ab	56.8	ab	76.4	abc	110.7	bcd
15. $N_{100}P_{240}K_{70}Si_{1200}$	27.8	ab	50.0	ab	72.4	abc	111.7	bcd
16. $N_{100}P_{80}K_{210}Si_{1200}$	25.9	ab	47.4	ab	65.4	ab	104.0	b
Average	30.19		52.09		75.65		112.34	
Stnd. deviation	7.64		7.35		9.45		8.38	
Stnd. error	1.10		1.06		1.36		1.21	
LSD≥95%	13.08		12.79		13.58		10.17	

Данните, получени на 47-ия ден отново се подреждат 2 хомогенни групи. Най-ниски стойности са отчетени във вариант В8 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$) (45.8 cm), който е в самостоятелна група – (a), най-висока стойност (58.6 cm) има във вариант В6 ($N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$), който определя група – (b). Само една двойка показва статистически значима разлика при 95,0% ниво на достоверност и това е между В6 – В8. Останалите варианти отново формират междинни групи, без статистически значими разлики.

При отчетените стойности от височините на растенията, при третата дата, направеният дисперсионен анализ ги разпределя в 4 хомогенни групи. В първата група – (a) попада само контролният вариант, с най-ниска стойност (64.3 cm). В последната четвърта група (b) попада само В4 ($N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$), с най-висока стойност от 90.3 cm. Тук 19 двойки показват статистически значими разлики при 95,0% ниво на достоверност.

Направеният еднофакторен анализ на данните от 67-ия ден ги подрежда отново в 4 хомогенни групи. В самостоятелна група попада контролния вариант (a). Най-високи стойности на височините са получени във варианти В4($N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$) -120 cm и В8 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$) - 118,3 cm, попадащи в група – (d), в която влизат и варианти - В3 ($N_{400}P_{160}K_{140}Si_{800}$), В5 ($N_{200}P_{320}K_{140}Si_{800}$), В6 ($N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$), В7 ($N_{200}P_{160}K_{280}Si_{800}$) и В12 ($N_{300}P_{80}K_{210}Si_{400}$), в които височините на растенията са от 116 до 118 cm. Обединяващото в тези варианти са средните и високите норми N - 200, 300 и 400,

средните норми P – 80, 160, K - от 0, 140 до 210 и Si - от 400 и 800 mg/съд. В междинни групи без статистически значими разлики са варианти B14 ($N_{100}P_{240}K_{210}Si_{400}$), B11 ($N_{300}P_{240}K_{70}Si_{400}$), B10 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_{800}$), B15 ($N_{100}P_{240}K_{70}Si_{1200}$) и B13 ($N_{300}P_{80}K_{70}Si_{1200}$), B9 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_{2000}$) и B16 ($N_{100}P_{80}K_{210}Si_{1200}$) със стойности от 104.0 cm до 111.7 cm. От направения анализ се потвърждава, че високите норми азот в най-голяма степен стимулират растежа на слънчогледа. Противоположно е действието на най-високите норми Si. Пример за това е вариант B9 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_{2000}$) с най-високата норма Si, в който височините на растенията са едни от най-ниските – само 106 cm. Сходна зависимост е установена и от други автори (Pavlovic et. al., 2021, Richmond and Sussman, 2003).

С цел изучаване динамиката на натрупване на биомаса е извършено двукратно отчитане на свежа биомаса на растенията от Слънчоглед – на 57-ия ден от началото на вегетацията и 67-ия ден, след приключване на опита.

Таблица 3. Влияние на нормата на торене върху теглото на свежа биомаса от надземната част на растенията от слънчоглед (еднофакторен анализ)

Table 3. Influence of fertilization rate on the weight of fresh biomass from the aboveground part of Sunflower plants (one-way analysis)

Свежо тегло на растенията от слънчоглед (g/съд)				
Вариант	57 ден		67 ден	
1. $N_0P_0K_0Si_0$	36.67	c	47.00	a
2. $N_0P_{160}K_{140}Si_{800}$	26.67	a	83.33	bcdef
3. $N_{400}P_{160}K_{140}Si_{800}$	51.67	de	92.00	cdef
4. $N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$	66.67	i	93.67	def
5. $N_{200}P_{320}K_{140}Si_{800}$	63.33	h	77.33	bcde
6. $N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$	51.67	de	86.00	bcdef
7. $N_{200}P_{160}K_{280}Si_{800}$	58.33	g	75.67	bcd
8. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$	25.00	a	100.33	f
9. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_{2000}$	55.00	f	81.00	bcdef
10. $N_{200}P_{160}K_{140}Si_{800}$	66.67	i	69.33	b
11. $N_{300}P_{240}K_{70}Si_{400}$	50.00	d	86.00	bcdef
12. $N_{300}P_{80}K_{210}Si_{400}$	60.00	g	98.00	ef
13. $N_{300}P_{80}K_{70}Si_{1200}$	33.33	b	89.00	bcdef
14. $N_{100}P_{240}K_{210}Si_{400}$	53.33	ef	72.67	bc
15. $N_{100}P_{240}K_{70}Si_{1200}$	36.67	c	87.67	bcdef
16. $N_{100}P_{80}K_{210}Si_{1200}$	36.67	c	80.33	bcdef
Average	48.23		82.45	
Stnd. deviation	13.590		16.32	
Stnd. error	1.96		2.36	
LSD≥95%	2.200		20.97	

Еднофакторният дисперсионен анализ на теглата от свежа биомаса на слънчоглед, отчетени на 57-ия и на 67-ия ден от вегетацията показва, че вариантите са твърде разнородни и попадат в 9 и съответно 6 хомогенни групи. При първата дата контролният вариант попада в група (c) заедно с варианти B15 ($N_{100}P_{240}K_{70}Si_{1200}$) и B16 ($N_{100}P_{80}K_{210}Si_{1200}$), в които внесеният силиций е в норма 1200 mg/съд. Най-висока

биомаса е получена от растенията, отгледани във вариантите В4 ($N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$) и В10 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_{800}$) (среден добив 66.67 mg/съд), които попадат в една хомогенна група (i). Следователно, комбинацията от N_{200} и Si_{800} влияе положително на количеството натрупана биомаса, което най-вероятно се дължи на подобрените механизми на поглъщане, асимилация и ремобилизация на азота от растенията (Detmann et al., 2012).

При второто отчитане контролата остава в самостоятелна група (а) с най-ниско тегло биомаса. А най-висок резултат е получен във вариант В8 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$) - 100.33 mg/съд, самостоятелна група (f), в който силицият е изключен, но N_{200}, P_{160} и K_{140} са в оптимални количества. Останалите варианти се нареждат в междинни групи. Противоположно на очакванията най-високите растения от 67-ия ден, нямат най-високи тегла. Това е свързано отново с внесените различни количества на азот, фосфор, калий и силициий в почвата. Например В6 ($N_{200}P_{160}K_0Si_{800}$), в който растенията с височина 118 cm (една от най-големите), имат по-ниско тегло, което може да се дължи на липсващото количество калий в почвата. На 67-ия ден с напредване на вегетацията растенията се развиват най-добре във варианти В3 ($N_{400}P_{160}K_{140}Si_{800}$), В4 ($N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$), В8 ($N_{200}P_{160}K_{140}Si_0$) и В12 ($N_{300}P_{80}K_{210}Si_{400}$). Очевидно нуждата от повече азот на по-късния етап от развитието на слънчогледа се удовлетворява по-добре от норма 300 mg/съд. Това кореспондира с резултатите и на други автори (Ahmad et. al., 2017).

Заключение

В резултат от проведения вегетационен торов експеримент на Алувиално-ливадна почва и направения еднофакторен дисперсионен анализ на стойностите за височините и количеството биомаса на растенията през 57-ия и 67-ия ден е установена водещата роля на торенето с азот в норма 200 mg/съд и силиций 800 mg/съд (доказаното различие между вариантите е при високо ниво на достоверност $P \leq 0.001$).

Най-високо количество биомаса и височина на растенията е постигнато във вариант В4 ($N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$) на 57-ия ден от началото на опита. С напредване на вегетацията на 67-ия ден оптимално е развитието на растенията във варианти В4 ($N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$) и В12 ($N_{300}P_{80}K_{210}Si_{400}$).

Благодарности

Публикацията е резултат от работата по Проект КП – 06 – Н 36/15 от 17.12. 2019г., финансиран от Фонд Научни изследвания.

Литература

Ahmad, I., Jadoon, S. A., Said, A., Adnan, M., Mohammad, F., & Munsif, F. 2017. Response of sunflower varieties to NPK fertilization. Pure and Applied Biology (PAB), 6(1), 272-277.

Coskun, D., Deshmukh, R., Sonah, H., Menzies, J. G., Reynolds, O., Ma, J. F., et al. 2019. The controversies of silicon’s role in plant biology. New Phytol. 221,

Detmann, K. C., Araujo, W. L., Martins, S. C., Sanglard, L. M., Reis, J. V., Detmann, E., et al. 2012. Silicon nutrition increases grain yield, which, in turn, exerts a feed-forward stimulation of photosynthetic rates via enhanced mesophyll conductance and alters primary metabolism in rice. New Phytol. 196, 752–762.

Epstein, E., and Bloom, A. J. 2008. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives, 2nd Edn. Sunderland: Sinauer Associations. 67–85. doi: 10.1111/nph.15343

FAO. (2015). World reference base for soil resources 2014. FAO, Rome, pp. 203. http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf.

Matychenkov, V.V. 2008. The role of mobile silicon compounds in plants and the soil-plant system / Abstract. diss. Dr. biol. n. Pushchino, 34 p.

Matychenkov, I.V. 2014. Mutual influence of silicon, phosphorus and nitrogen fertilizers in the soil-plant system. Diss. Cand. Biol.n., MSU Publishing House, Moscow, 136p.

Nikolova, M. (2010). Potassium - a nutrient for yield and quality. International Potash Institute, Horgen, Switzerland, p.87

Pavlovic, J., Kostic, L., Bosnic, P., Kirkby, E. A., & Nikolic, M. (2021). Interactions of silicon with essential and beneficial elements in plants. Frontiers in Plant Science, 12, 1224.

Richmond, K. E., & Sussman, M. (2003). Got silicon? The non-essential beneficial plant nutrient. Current opinion in plant biology, 6(3), 268-272. https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00041-4

Saldzhiev, I. (2004). Influence of the main agrotechnical factors on the yield of sunflower. Plant Sciences, 41 (6), 536-540.

Savant, N. K., Korndörfer, G. H., Datnoff, L. E., & Snyder, G. H. (1999). Silicon nutrition and sugarcane production: a review. Journal of plant nutrition, 22(12), 1853-1903.

Whittenberger, R. T. (1945). Silicon absorption by rye and sunflower. American Journal of Botany, 539-549.

ВЛИЯНИЕ НА ЗЕОЛИТ ПРИ КИСЕЛИ И ЗАМЪРСЕНИ С МЕД ПОЧВИ

Ана Кацарова, Мариана Христова, Веселина Василева, Николай Динев

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
”Н. Пушкаров”, Селскостопанска Академия
anichrankina@gmail.com

Резюме

В района на Средногорие има почви, притежаващи два основни фактора, ограничаващи нормалното развитие на растителността – киселинност и високи нива мед. Въз основа на този проблем и необходимостта от адекватното му решение е проведен вегетационен експеримент с реално замърсени почви от уязвимия район и тест култура - маруля. Разработката прилага принципите на Зеления преход чрез изследване влиянието на природен мелиорант/зеолит/ върху продуктивността на маруля и изменението върху почвените показатели. Внесеният зеолит е с норма 1, 5 и 10% към три нива на замърсителя - 57, 240, 547 mg.kg^{-1}.

Проведеният експеримент с кисели и замърсени с мед почви доказва, че зеолита има статистическо доказано влияние върху продуктивността на маруля. Той оказва положително влияние върху агрохимичната характеристика на почвата, и след експеримента тя е запасена по отношение на основните хранителни елементи – азот, фосфор и калий. Установено е, че внасянето на 5 и 10 % зеолит води до повишаване на стойностите на минерален азот и съдържанието на обменен калий в почвата. Най-голямо увеличение на калий има при нивата с внесен 10 % зеолит и при трите почви спрямо контролата.

Негативните фактори в почвите (киселинност и високо съдържание на мед) се преодоляват от тест-растението, въпреки слабата корекция на почвената реакция, след внасянето на зеолит. Това може да се дължи на факта, че растенията не изпитват недостиг от основните хранителни вещества - азот, фосфор и калий.

В заключение трябва да се отбележи, че предложеното технологично решение ще изисква предварително повишаване на почвената реакция с класически подобрители (варови материали) и допълнително внасяне на зеолит за частично блокиране на медните йони.

Ключови думи: зеолит, добив, NPK, замърсяване, мед, маруля

INFLUENCE OF ZEOLITE IN ACID AND COPPER CONTAMINATED SOILS

Ana Katsarova, Mariana Hristova, Veselina Vasileva, Nikolai Dinev

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrtechnologies
and Plant Protection, Agricultural Academy
anichrankina@gmail.com

Abstract

In the region of Srednogorie, some soils own two main restricting normal development of vegetation factors - acidity and high levels of copper. Based on this problem in the vulnerable area as part of the environmental monitoring network and the need for an adequate solution, a vegetation experiment with contaminated soils presents. The vegetation experiment applies the principles of the Green Transition. The added zeolite has a norm of 1.5 and 10% to three levels of the pollutant - 57, 240, 547 mg.kg^{-1}.

The experiment with acidic and cooper-contaminated soils proves that zeolite has a statistically proven effect on lettuce productivity. It has a positive result on the soil agrochemical characteristics, and after the experiment, it has sufficient digestible forms of nitrogen, phosphorus and potassium. The application of 5 and 10% zeolite leads to an increase in the values of mineral nitrogen. The highest increase in potassium is at the levels with added 10% zeolite in all three soils compared to the control.

Negative factors in the soil (acidity and high copper content) are overcome by the experimental plant, despite the weak correction of the soil reaction after application of zeolite. This may be due to the fact that plants are deficient in main nutrients - nitrogen, phosphorus and potassium.

In conclusion, it should be noted that the proposed technological solution will require a preliminary increase in the reaction of the soil with classical improvers (lime materials) and additional application of zeolite to partially block copper ions.

Keywords: zeolite, yield, NPK, pollution, copper, lettuce

Въведение

Високоефективното и екологосъобразно земеделие изисква рационално използване на земеделските земи. В района на Средногорие някои почви изискват от земеделските производители съобразяване на вида земеползване, защото притежават два основни стресови фактори за нормалното развитие на растителната продукция – киселинност и наличие мед (включително и литогенно обогатяване). През годините са полагани редица ремедиационни решения с използване на варови материали, като подобрители, коригиращи почвената реакция (Dinev, 1998). Включването на природни продукти като зеолит, вермикулит, каменна вата и други за повишаване на почвеното плодородие е добра практика, защото те подобряват почвените агрохимични, водно-физични и физико-химични характеристики за развитието на земеделските култури. Добавянето на подобрители в почвата е начин за получаване на високи добиви, без да предизвиква екологични проблеми.

През последните години в страната широко се използват различни природни материали с цел оптимизиране на екологичните подходи в съвременното земеделие (Benkova et al., 2020). България е богата на големи залежи от зеолити, а интересът към тях се дължи на ценните им йонообменни свойства. Много изследвания показват, че структурата и свойствата на минерала, водят до подобряване на киселинността, катионообмения капацитет и физико-химичните свойства на почвата (Atanasov & Dimitrov, 1982; Stoilov, 1986; Stoyanov et al., 1986; Manolov, 1989). Авторите отбелязват, че зеолитите притежават свойства за ремедиация върху тежкометално натоварени почви. Начинът и нормата на приложението му трябва да са съобразени с почвените характеристики и земеделската практика за ограничаване на негативни ефекти (Ming & Allen, 1999).

Въз основа на знанията за състава и действието на зеолита и необходимостта от получаването на нова информация за реалната му приложимост в земеделието е формулирана целта на разработката: да се установи влиянието на природен зеолит върху кисели и замърсени почви за отглеждане на маруля.

Материали и методи

Почвите за вегетационния експеримент са от мрежа за екологичен мониторинг, с растер 0.4 km в землищата на с. Челопеч и с. Чавдар и уставен водещ замърсител мед в района (Dinev, 1998). Почвите се характеризират с нарастваща концентрация на мед (57, 240, 547 mg.kg^{-1}). Те са мултиплицирани с внасяне на 1, 5 и 10% зеолит. Всеки вариант има три повторения и контролен вариант без зеолит. Използвани са опитни съдове с вместимост 2 kg.

Агрохимичните характеристики на трите почви преди вегетационния опит са показани на Таблица 1.

Таблица 1. Агрохимична характеристика на почвите преди вегетационен опита
Table 1. Agrochemical characteristics of the soil before the experiment

Почва	pH KCl	pH H_2O	NH^{4+}+NO_3^- mg.kg^{-1}	P_2O_5	K_2O	хумус, %
				mg.100g^{-1}		
Челопеч 1 - 57 mg.kg^{-1} Cu	4.3	5.0	9.80	1.10	16.8	3.1
Челопеч 2 – 240 mg.kg^{-1} Cu	3.8	4.5	14.4	10.8	22.2	2.9
Челопеч 3 - 547 mg.kg^{-1} Cu	4.4	4.7	16.7	6.70	27.0	5.2

Внесено е съотношение **N**$_{400}$:**P**$_{200}$:**K**:$_{200}$. Съдовете са компостирани за 30 дни при поддържане на ППВ 60%. Във всеки съд са засадени по 4 броя растения от маруля от предварително подготвен разсад. Опитът е изведен в продължение на 45 дни във вегетационни условия.

Преди залагане и след приключване на вегетационния експеримент са изследвани почвени проби по следните показатели: pH в H_2O и KCl (ISO 10390:2005); Минерален азот по метод на Бремнер и Киней (Bremner & Keeney, 1965); Обменни фосфор и калий по ацетатно-лактатен метод (Ivanov, 1984); Хумус по метод на Тюрин (Kononova, M., 1963; Filcheva, 2015).

Растителната биомаса от две растения маруля е отчетена във фаза 13 лист от началото на вегетацията и след приключване на опита – на 45 ден от развитието им. Тези данни са обработени статистически чрез едно-факторен дисперсионен анализ. Приложен е метод на Фишър за сравнение на средни стойности при най-малка доказана разлика (LSD), като е избрана 95% статистическа достоверност.

Резултати и обсъждане

Съдържанието на мед в експерименталните почви е над допустимите предохранителните и максимално допустими граници, спрямо стойностите на pH за обработваеми земи и постоянни тревни площи (Regulation Nº3, 2008).

Почвите от пунктове Челопеч 1 и 2, като почвени различия са Делувиално-ливадни и делувиални почви**,** а Челопеч 3 е Средно излужена канелена горска почва. Изходните данни за тях потвърждават класификационното им подразделение в зависимост от съдържанието на хумус като мощни. Пунктовете Челопеч 1 и 3 са богато хумусни поради тяхното земеползване, съответно пасище и ливада.

Агрохимичната характеристика на изходните почви показва, че се характеризират с ниско съдържание на минерален азот, слаба запасеност с усвоим фосфор, съдържанието на достъпен калий е в границите на добрата запасеност (Таблица 1). Анализът на агрохимичната характеристика на почвите след приключване на вегетационните експерименти е показан на Таблица 2.

С нарастването на нормата подобрител се повишава почвената реакция с почти единица при почвата Челопеч 1. Не такива са процесите при екстремално ниското pH - стойностите остават почти непроменени. Това може да се дължи на недостатъчната концентрация на внесения зеолит.

Във вариантите са отчетени от средни до високи нива на хумус (Таблица 2). На този фон запазеността с минерален азот е висока във всички нива. Степента на запасеност с усвоими форми на фосфор и при трите почви е добра (над 20 mg P_2O_5.100g^{-1} почва). Отчетено е високо съдържание на обменен калий в почвата, като най-голямо повишение има във вариантите с 10 % зеолит и при трите изследвани почви (Таблица 2), което кореспондира с данните получени и от други автори (Allen et al., 1996).

Таблица 2. Агрохимична характеристика на почвите след прибиране на опита
Table 2. Agrochemical characteristics of the soil after harvesting the experiment

Вариант	pH KCl	pH H_2O	NH_4^++NO_3^- mg .kg^{-1}	P_2O_5	K_2O	хумус, %
				mg.100g^{-1}		
Челопеч 1						
контрола	4.3	5.0	106.6	19.4	19.1	3.64
1 % зеолит	4.9	5.9	112.3	31.4	32.7	3.39
5 % зеолит	5.1	6.1	126.7	23.2	111.4	3.46
10 % зеолит	5.0	5.8	146.9	24.0	136.8	3.74
Челопеч 2						
контрола	3.8	4.5	123.8	55.0	52.2	2.97
1 % зеолит	3.8	4.6	141.1	61.3	73.4	3.04
5 % зеолит	3.9	4.8	158.4	59.7	97.0	2.92
10 % зеолит	3.9	4.8	141.1	54.5	177.2	2.56
Челопеч 3						
контрола	4.1	4.7	112.3	32.4	28.6	5.13
1 % зеолит	4.4	4.9	129.6	37.4	44.0	5.81
5 % зеолит	4.4	5.0	146.9	34.5	104.3	7.02
10 % зеолит	4.5	5.0	170.0	31.9	157.9	6.04

В Таблица 3 е представено влиянието на нормата внесен зеолит върху формиране на листна маса от маруля чрез едно-факторен анализ.

Таблица 3. Влияние на нормата зеолит върху формиране на биомаса от маруля
Table 3. Influence of the norm of zeolite on the formation of lettuce biomass

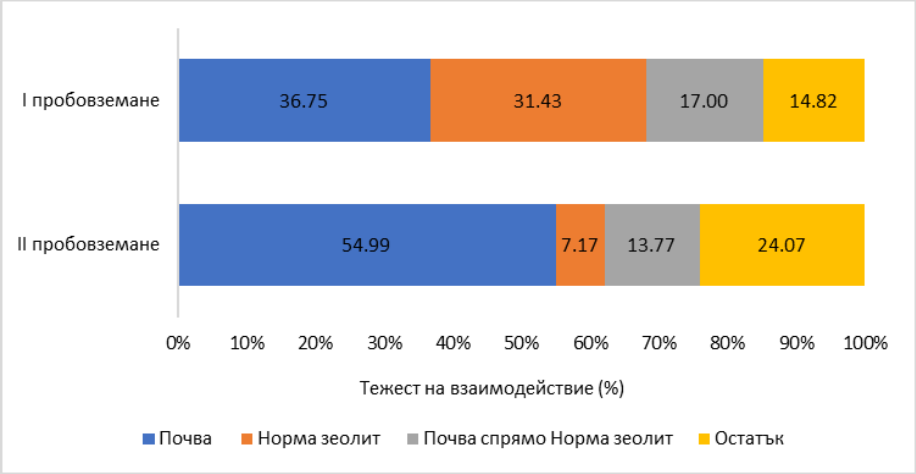
Маруля маса (g/съд)			
I ПРОБОВЗЕМАНЕ			
Вариант	Челопеч 1	Челопеч 2	Челопеч 3
КОНТРОЛА	19.48 a	13.61 a	27.44 a
1 %	23.10 a	20.87 b	29.37 a
5 %	20.33 a	22.26 b	30.83 a
10 %	31.78 b	29.22 c	29.65 a
AVERAGE	**23.67**	**21.49**	**29.32**
STDV	5.566	6.156	2.980
STEXY	1.54	1.42	1.82
LSD≥95 %	5.009	4.628	5.950
II ПРОБОВЗЕМАНЕ			
КОНТРОЛА	40.92 a	41.34 a	49.23 a
1 %	48.98 a	48.00 ab	50.81 a
5 %	62.27 b	53.55 b	52.72 a
10 %	66.70 b	54.29 b	59.70 b
AVERAGE	**54.72**	**49.30**	**53.12**
STDV	11.725	7.577	4.949
STEXY	3.16	3.58	1.80
LSD≥95 %	10.319	11.678	5.865

Разделянето в хомогенните групи на растителна биомаса показват, че във фаза 13 лист при норма 10 % зеолит има най-висок добив от културата, при нива на мед в почвата 57 и 240 mg.kg^{-1}. При почва със съдържание на мед 547 mg.kg^{-1}, най-висока маса е отчетена при внасяне на 5 % зеолит, но вариантите са изравнени и разликите между тях са в границите на статистическата грешка.

В първата фаза на отчитане най-висока листна маса е получена от растенията, отгледани върху почва Челопеч 3 (среден добив 29.32 g/съд), а при втората – върху Челопеч 1 (среден добив 54.72 g/съд). Във финалното пробовземане при вариантите с 10 % зеолит е отчетен максимален добив и при трите изследвани почви. Най-висок среден добив е получен при отглеждането върху почва Челопеч 1 (31.78 g/съд). Отчетените в настоящето изследване добиви от маруля в зависимост от замърсеността на почвата показват максимални стойности върху почва Челопеч 3 във фаза 13 лист и върху почва Челопеч 1 при финалното отчитане.

Разглеждайки получената в експеримента листна маса в зависимост от приложената норма зеолит се вижда, че тя е най-висока във вариант с 10 % подобрител и при двете отчитания.

Получените от анализа P-стойности показват, че във фаза 13 лист всички фактори (почва и норма подобрител, както и взаимодействието между тях) оказват статистически значим ефект върху формирането на листна маса. При финалното отчитане влияние върху формираната маса оказват почвата и нормата зеолит, но взаимодействието между тях не, тъй като стойността P е по-голяма от нивото на значимост (стойност P = 0.0689).



Фигура 1. Фактори, влияещи върху формирането на листна маса от маруля
Figure 1. Factors influencing the formation of lettuce leaf mass

При отчитането във фаза 13 лист нормата зеолит от 10% оказва по-силно влияние върху развитието на марулите, отколкото взаимодействието ѝ с почвата. При експеримента изведен върху почви от района на Челопеч, факторът с най-голяма тежест върху добива от маруля е почвата с 54.99 % (Челопеч 1 – 19.15 % и Челопеч 3 – 18.59 %). В последната фаза на пробовземане втория по сила фактор е взаимодействието между почва и норма зеолит, а внесената норма от 10 % влияе минимално върху формирането на листна маса.

Заключение

Проведеният експеримент с кисели и замърсени с мед почви показва, че зеолита има статистическо доказано влияние върху добива на маруля. Той оказва положително влияние върху агрохимичната характеристика на почвата, и след експеримента тя е запасена по отношение на основните хранителни елементи – азот, фосфор и калий. Установено е, че внасянето на 5 и 10 % зеолит води до повишаване на стойностите на минерален азот и съдържанието на обменен калий в почвата. Най-голямо увеличение на калий има при нивата с внесен 10 % зеолит и при трите почви спрямо контролата.

Негативните фактори в почвите (киселинност и високо съдържание на мед) се преодоляват от тест-растението (маруля), въпреки слабата корекция на почвената реакция, след внасянето на зеолит. Това може да се дължи на факта, че растенията не изпитват недостиг от основните хранителни вещества - азот, фосфор и калий.

В заключение трябва да се отбележи, че предложеното технологично решение ще изисква предварително повишаване на почвената реакция с класически подобрители (варови материали) и допълнително внасяне на зеолит за частично блокиране на медните йони.

Благодарности

Настоящата разработка е част от тезите по дисертационен труд на тема: Оценка на различни мелиоранти и влиянието им върху свойствата на почвата за получаване на качествена и безопасна продукция, разработен от Ана Кацарова и с финансовата подкрепа на РП 2.2. от ННП „Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот”.

Литература

Allen, E. R., Hossner, L. R., Ming, D. W., & Henninger, D. L. 1996. Release rates of phosphorus, ammonium, and potassium in clinoptilolite-phosphate rock systems. Soil Science Society of America Journal, 60(5), 1467-1472.

Atanasov I., D. Dimitrov. 1982. General characteristics of soils developed on zeolite rocks of the Eastern Rhodopes. Soil Science and Agrochemistry No. 1, p. 1. 64-70.

Benkova, M., L. Nenova, Ts. Simeonova, I. Atanassova. 2020. The effect of Fluvisol applied biochar on wheat yield and nutrient uptake. Bulg. J. of Agric. Sci., 26 (1), 84–90.

Bremner, J., D. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate, and nitrite, Anal. Chim. Acta 32: 485-95

Dinev, N. 1998. Effects of heavy metals (Cd, Zn, Cu) on oat growth. Soil science, agrochemistry and ecology №4. pp.3-6.

Filcheva, E. 2015. Characteristics of Soil Organic Matter of Bulgarian Soils: Characteristics of Bulgarian Soils in Content, Composition and Stocks of Organic Matter Grouping of Bulgarian Soils. LAP Lambert Academic Publishing, p 184.

Ganev, S. 1990. Contemporary soil chemistry, S, "Science and Art", p. 367.

ISO 10390:2005. Soil quality — Determination of pH.

Ivanov, P. 1984. A new acetate-lactate method for the determination of phosphorus and potassium in soil available to plants. Soil Science and Agrochemistry, 14, 88-98 (Bg).

Kononova, M. 1963. Soil organic matter. Its nature, properties and methods of study. ANSSR. Moscow. 314 p.

Manolov, Iv. 1989. Modified natural zeolites as a nutrient medium for plants. Author's thesis on the award of a scientific degree "candidate of biological sciences".

Ming, D. W., E. R. Allen. 1999. Zeoponic substrates for space applications: Advances in the use of natural zeolites for plant growth. In Natural microporous materials in environmental technology (pp. 157-176). Springer, Dordrecht.

Regulation No3, 01 Aug 2008. On the Permissible Limits of Toxic Substances in the Soils.http://eea.government.bg/bg/legislation/soil/normipochvi.doc/view Accessed on 15.

Stoilov, G. 1986. Results from the experimental work on application on natural zeolites

ОЦЕНКА НА ВЛИЯНИЕТО НА НАДМОРСКАТА ВИСОЧИНА, КАТО САМОСТОЯТЕЛЕН ФАКТОР ВЪРХУ ОБЩОТО МИКРОБНО ЧИСЛО И СЪОТНОШЕНИЕТО НА ОСНОВНИТЕ ГРУПИ ПОЧВЕНИ МИКРООРГАНИЗМИВ LUVISOLS ОТ ТЕРИТОРИЯТА НА ЗАПАДНА СТАРА ПЛАНИНА

Биляна Григорова-Пешева*, Камелия Петрова

Лесотехнически университет-София
b.pesheva@ltu.bg

Резюме

Активността и обилието на почвените микроорганизми са ключови за процесите протичащи в почвата. Важната роля на почвената микрофлора в кръговрата на азота, в процесите на разлагане на органиката и трансформиране на органичните компоненти във форми подходящи за усвояване от растенията,налага задълбочено проучване на почвената микробна биота. Надморската височина е изключително важен фактор на средата, който оказва влияние върху преразпределението и въздействието на останалите фактори – като температура, растителност, атмосферна влажност, валежи и др. Настоящето проучване има за цел да установи влиянието на надморската височина, като самостоятелен фактор на средата, върху общото микробно число на *A*хоризонт на Luvisols от територията на Западна Стара Планина. Направена е оценка и на взаимовръзката между надморската височина и съотношението на основните групи почвени микроорганизми: спорообразуващи бактерии, неспорообразуващи бактерии, актиномицети и микромицети. За целта на проучването са заложени пет почвени профила. Определен е почвения тип и е отчетено количеството на общата микрофлора. Получените резултати са обработени статистически, при прагове на значимост от 95%. Микробното обилие варира в големи границите от $1.6x10^6$ КОЕ/g абс. суха почва до $5.1 x10^6$ КОЕ/g абс. суха почва, при надморска височина от 185 m до 615 m. Получените резултати показват, че няма ясно изразена взаимовръзка между изследваните надморски височини и общото микробно число. Не е отчетена и значима корелационна зависимост между отделните изследвани групи микроорганизми спрямо различията в надморската височина. Проведеното проучване доказва тезата, че надморската височина като самостоятелен фактор не е достатъчна, а е необходим комплексен подход при проучване и анализ на почвената микробиота.

Ключови думи: микроорганизми, почва, надморска височина, Luvisols

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ALTITUDE AS INDEPENDENT FACTOR ON THE TOTAL MICROBIAL NUMBER AND THE RATIO OF MAJOR GROUPS SOIL MICROORGANISMS IN LUVISOLS ON THE TERRITORY OF WESTERN STARA PLANINA MAUNTAIN

Bilyana Grigorova-Pesheva*, Kamelya Petrova

University of Forestry, Sofia
b.pesheva@ltu.bg

Abstract

The activity and abundance of soil microorganisms are crucial for the processes taking place in the soil. The important role of soil microflora in the nitrogen cycle, in the processes of decomposition of organic matter and transformation of organic components into forms

suitable for assimilation by plants, requires in-depth study of soil microbial biota. Altitude is an extremely important factor in the environment, which affects the redistribution and impact of other factors - such as temperature, vegetation, humidity, precipitation and more. The present study aims to establish the influence of altitude, as a independent environmental factor, on the total microbial number of A horizon of Luvisols from the territory of the Western Stara Planina Mountain. An assessment of the relationship between altitude and the ratio of the main groups of soil microorganisms: bacilli, non-spore-forming microorganisms, actinomycetes and micromycetes, have been made. For the purpose of the study, five soil profiles have been investigated. The soil type has been determined and the amount of total microflora was taken into account. The obtained results are statistically processed, with significance thresholds of 95%. The microbial abundance varies in large ranges from $1.6x10^6$ CFU/g dry soil to $5.1\ x10^6$ CFU/g dry soil, at an altitude of 185 to 615 m. The obtained results show that there is no clear relationship between the studied altitudes and the total microbial number. There was no significant correlation between the different groups of microorganisms, depending on the differences in altitude. The conducted research proves the thesis that the altitude as an independent factor is not sufficient, but a complex approach is needed in the study and analysis of the soil microbiota.

Keywords: microorganisms, soil, altitude, Luvisols

Въведение

Микроорганизмите са един от основните биологични компоненти на почвата. Те имат ключова роля както в процесите на разлагане на органиката, така и в процесите свързани със синтеза на хумуса и трансформацията на органичните компоненти във форми подходящи за растенията (Milosevic et al., 2003). Обилието на почвените микроорганизми, както и структурата на микробните съобщества са свързани с редица екосистемни функции (Strickland et al., 2009). Това са и едни от основните причини за необходимостта от задълбочено изследване на почвените микроорганизми в горските екосистеми. Микробните съобщества са ключови при изучаването на горските почви, тъй като те повлияват както физичните, така и химичните и биологичните им характеристики (Bhatt et al., 2015). По-голяма част от проучванията върху почвената микробна биота разглеждат ефекта на няколко фактора на средата върху почвените микроорганизми (Siles et al., 2016, Xu et al., 2015). Една част от научните разработки акцентират върху настъпването на преразпределение на микробната биота с увеличаване на надморската височина (Margesin et al., 2009; Wang, et al., 2015, Siles, Margesin, 2016). От друга страна Bealess (2006) установява намаляване на активността и потискане на размножителните процеси при микроорганизмите с увеличаване на надморската височина. Научните разработки, които обхващат влиянието на надморската височина обхващат голяма разлика във височинните градиенти. Оскъдни са проучванията, които разглеждат промяната в надморската височина и нейното влияние върху почвените микроорганизми като самостоятелен фактор на средата, в рамките на един височинен пояс.

Целта на настоящето проучване е да анализира и да оцени статистически влиянието на надморската височина върху общото микробно число и разпределението на микробните групи в *A*хоризонт на Luvisolsот територията на западна Стара Планина.

Материали и методи

Настоящето проучване е проведено на територията на Стара Планина. Обект на проучването са почви от долния лесорастителен пояс на Западния дял на Стара планина За целта на изследването са заложени пет почвени профила в почви от тип Luvisols на надморска височина от 185 m до 615 m. Извършено е пробовземане от хумусно-акумулативния хоризонт, в който обилието на микроорганизмите е най-

голямо (Taylor etal, 2002). Почвените анализи включват определяне на основните почвени характеристики на изследваните профили, с цел тяхното класифициране – pH, хумус, орг. C, общ N. Реакцията на почвата е определена във водна среда (pH(H2O)), посредством стъклен електрод в съотношение 1:5 (почвено-водна суспензия - ISO 10390), органични въглерод е определен чрез модифицирания метод на Тюрин (Filcheva&Tsadilas, 2002), а общият азот е определен по метода на Келдал (ISO 11261). Микробиологичните изследвания включват отчитане на общото микробно число на Ахоризонт на всеки почвен профил. Определено е и процентното участие на отделните микробни групи – спорообразуващи бактерии, неспорообразуващи бактерии, актиномицети и микромицети. Общото микробно число е определено по метода на Кох, включващ последователни разреждания на почвената проба и последваща посявка на елективни хранителни среди. Отчитането е извършено в колониообразуващи единици на грам абсолютно суха почва (КОЕ/g суха почва). Получените резултати са статистически обработени чрез програма StatSoft Statistica 12, при прагове на значимост от 95%.

Резултати и обсъждане

Надморската височинае ключов елемент в преразпределението на останалите фактори на средата. В настоящето проучване разглеждаме нейното влияние върху почвените микроорганизми независимо от останалите фактори на средата.

Основните характеристики на изследваните почви са посочени в Таблица 1. Получените данни са използвани за оценка и класифициране на почвите като Luvisols. Получените резултати за разглежданите почви показват различни нива на киселинност в А хоризонт. Реакцията на почвата се движи в интервал от 4.6 до 7.4. Не е установена статистически значима взаимовръзка между pH и промяната в надморската височина (r=0.10). Съдържанието на хумус (%) също варира в широки граници от 2.42 % до 8.62 %. Отново не се открива статистическа взаимовръзка между промяната в хумусното съдържание и промяната в надморската височина при изследваните почви (r=0.13).Подобна тенденция на отсъстваща взаимовръзка се открива и при сравняване на резултатите за съдържанието на орг. C и общ азот с различните височинни градиенти.

Таблица 1. Основни характеристики на изследваните почви
Table 1. Main characteristics of the studied soils

ПП №	Над. вис (m)/ Altitude (m)	pH	Хумус/ Humus (%)	орг. C / org. C ($g.kg^{-1}$)	общ N / total N ($g.kg^{-1}$)
1	185	5.10	2.42	14.03	2.06
2	390	7.40	8.62	49.98	6.66
3	510	4.90	5.49	31.87	3.60
4	610	6.20	4.53	26.29	3.77
5	615	4.60	3.84	22.26	2.85

Получените резултати от микробиологичните изследвания са посочени в таблица 2.

Таблица 2. Микробиологични показатели
Table 2. Microbiological characteristics

Пробна площ/ Teste area	1	2	3	4	5
Над. височина (m) /Altitude (m)	185	390	510	610	615
Общо микробно число (КОЕ/g суха почва)/ Total microbial number (CFU/g soil)	1.3×10^6	5.1×10^6	2.9×10^6	1.8×10^6	1.7×10^6
Спорообразуващибактерии (КОЕ/g суха почва)/ Spore-forming bacterial (CFU/g soil)	1.1×10^6	1.1×10^5	5.6×10^5	2.6×10^5	4.8×10^5
Неспорообразуващи бактерии (КОЕ/g суха почва)/ Non spore-forming bacteria (CFU/g soil)	1.7×10^4	4.7×10^6	1.4×10^6	5.9×10^5	4.4×10^5
Актномицети (КОЕ/g суха почва)/ Actinomycetes/ (CFU/g soil)	1.2×10^5	1.9×10^5	3.9×10^5	9.4×10^5	4.3×10^5
Микромицети (КОЕ/g суха почва) Micromycetes/ (CFU/g soil)	7.9×10^4	2.5×10^4	5.2×10^5	2.2×10^4	3.8×10^5

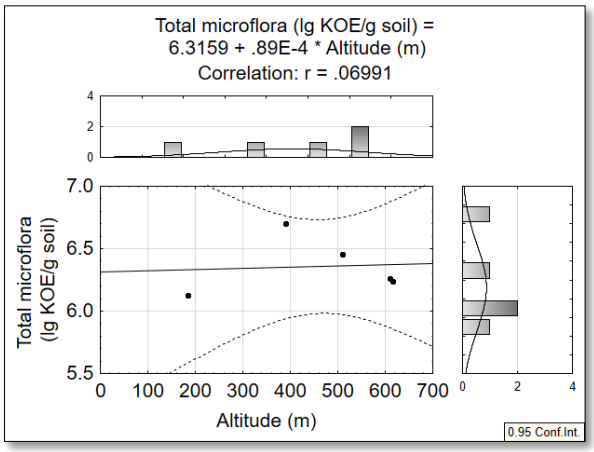
Общото микробно число в А хоризонт на изследваните почви варира от 1.3×10^6 КОЕ/g абс.суха почва до 5.1×10^6 КОЕ/g абс.суха почва. Най-малко микробно обилие е отчетено при най-ниската надморска височина (185 m). Респективно с най-голямо количество микроорганизми се характеризира пробна площ (ПП) 2, разположена на 390 m н.в., като тясе отличава значително от общата микрофлора на останалите изследвани почви.

Количеството на спорообразуващите бактерии също варира във високи граници. Тяхното обилие е най-голямо в ПП1, при надморска височина 185 mи най-малко във втората по височина пробна площ – ПП2. При неспорообразуващите бактерии се наблюдава най-голяма динамика в количеството – в рамките на два десетични порядъка. Така с най-голямо обилие на тази микробна група се характеризира ПП2 (4.7×10^6 КОЕ/ g абс. суха почва), при надморска височина 380m, а най-малко количество е отчетено при най-ниската пробна площ.

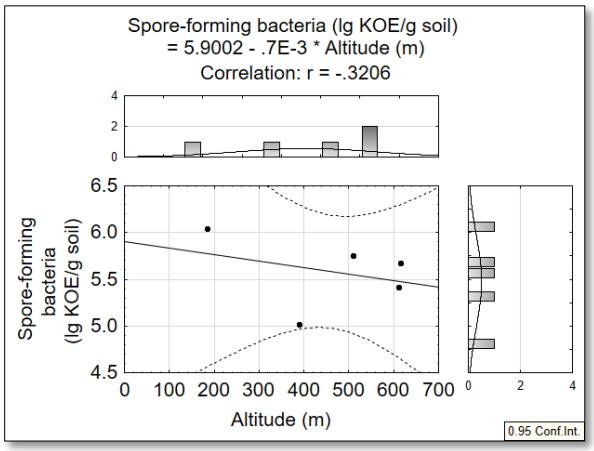
Анализът на количеството на актиномицетите в хумусно-акумулативния хоризонт на изследваните почви, показва най-високо обилие на 610 mнадморска височина (ПП4). Подобно на предходната група микроорганизми, най-малко количество актиномицети са отчетени при 185 mнадморска височина.

Микромицетите са с най-малко отчетено количество спрямо останалите групи микроорганизми. Най-ниски са стойностите при ПП4 на надморска височина 610 метра, а най-високите при ПП5.

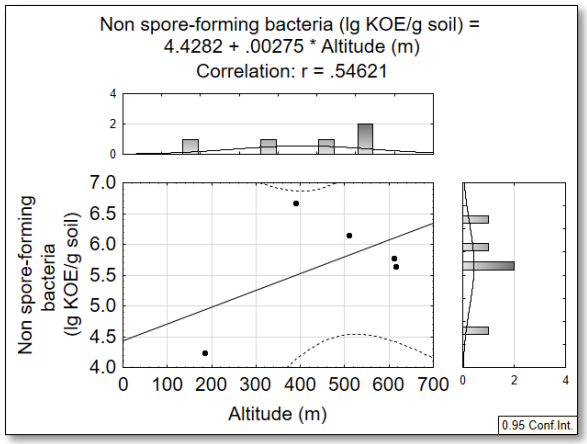
Статистически анализирано е влиянието на надморската височина както спрямо формирането на общата микрофлора, така и спрямо влиянието което оказва върху разпределението на отделните микробните групи – Фигури 1-5.



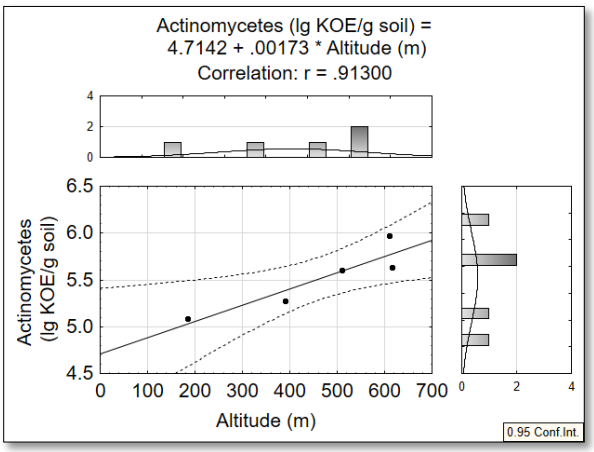
Фигура 1. Взаимовръзка между общата микрофлора и изменението в надморската височина
Figure 1. Relationship between total microbial number and altitude change



Фигура 2. Взаимовръзка между количеството на спорообразуващите бактерии и изменението в надм. вис.
Figure 2. Relationship between number of spore-forming bacteria and altitude change



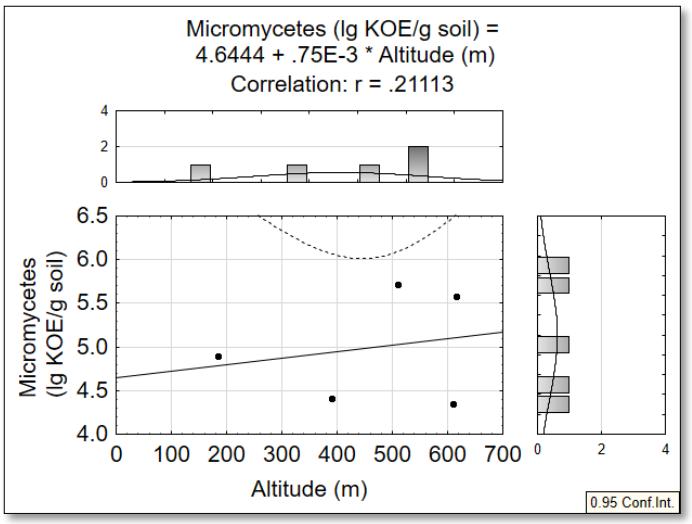
Фигура 3. Взаимовръзка между количеството на неспорообразуващите бактерии и изменението в надм. вис.
Figure 3. Relationship between number of non spore-forming bacteria and altitude change



Фигура 4. Взаимовръзка между количеството на актиномицетите и изменението в надморската височина
Figure 4. Relationship between number of actinomycetes and altitude change

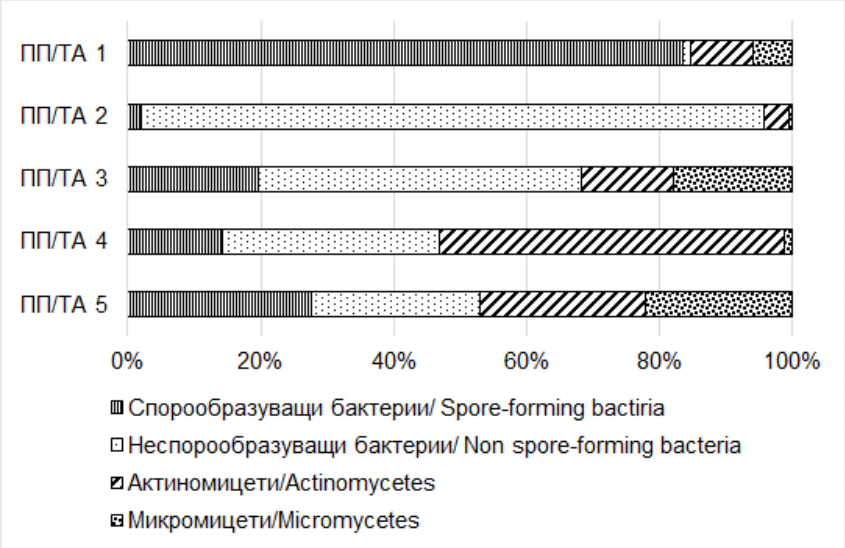
Получените резултати показват отсъствие на корелационна зависимост между количеството на общата микрофлора и увеличаването на надморската височина. Няма ясно различима тенденция между двата разглеждани параметъра. В противовес на получените резултати Ma et al. (2004) и Giri et al., (2007) доказват в своите проучвания наличие на взаимовръзка между увеличаването на надморската височина и намаляване на обилието на почвените микроорганизми. Отчетен е и нисък корелационен коефициент при анализиране на количеството на спорообразуващите микроорганизми и тяхната динамика с увеличаване на надморската височина (r=0.32). При извършеният корекционния анализ е открита слаба взаимовръзка между количеството на неспорообразуващите бактерии и промените в надморската височина. Стойността на корелационния коефицент обаче е ниска и не може да бъде индикатор за обвързване на двата анализирани параметъра. Най-висока корелационна зависимост е отчетена при анализ на количеството на актиномицетите и тяхното изменение с изменение на надморската височина (r=0.91). При

микромицетите отново няма наличие на значима корелация. Други проучвания отчитат намаляване на микромицетите във височина (Margestin et al., 2009).



Фигура 5. Взаимовръзка между количеството на микромицетите и изменението в надморската височина
Figure 5. Relationship between number of micromycetes and altitude change

Извършен е и анализ на промяната в процентното съотношение на отделните групи микроорганизми с изменение на надморската височина – Фигура 6.



Фигура 6. Процентно разпределение на микробните групи
Figure 6. Percentage of microbial groups

Не се наблюдава тенденция в преразпределение на микробните групи с увеличаване на надморската височина. Забелязват се обаче определени изменения в доминиращата микробна група при различните надморски височини. Почвената микробна общност в най-ниската пробна площ е представена основно от спорообразуващи бактерии. Те съставляват 84% от общата микрофлора. С нарастване на надморската височина и достигане до 390 m, забелязваме изменение

в доминиращата микробна група. За разлика от ПП1, тук доминираща е групата на неспорообразуващите бактерии.

Различната преобладаваща микробна група е индикатор за протичане на различни процеси на минерализация на органиката. Докато спорообразуващите бактерии са индикатор за минерализация на по-стабилни органични съединения, то групата на неспорообразуващите бактерии е отговорна за деструкцията на по-лесно разграждащи се органични компоненти. С увеличаване на надморската височина имаме динамична промяна в почвените микробни съобщества. В пробна площ 3 отново доминират неспорообразуващите микроорганизми, но се увеличава и делът на спорообразуващите бактерии, следвани от микромицетите и актиномицетите. Интерес представлява преразпределението на микробната биоценоза в пробна площ 4 на 610 метра надморска височина. Тук доминираща е групата на актиномицетите, следвана от неспорообразуващите бактерии, бацилите и микромицетите. При ПП 5 имаме едно равномерно относително участие на отделните микробни групи, което говори за едно балансирано трансформиране на органиката.

Макар да няма ясни тенденции в разпределението на микробите групи с промяна на надморската височина, то ясно се забелязва промяна в преобладаващите микробни групи. Това говори, за едно влияние на надморската височина при формиране на почвените микробни съобщества и преразпределение на доминиращите групи във височина.

Заключение

В настоящето проучване беше изследвано влиянието на надморската височина като самостоятелен фактор на средата както върху общото микробно число, така и спрямо разпределението на микроорганизмите в почвените микробни съобщества. Не бяха установени тенденции и корелационно значими взаимовръзки. Настоящето проучване доказва тезата, че надморската височина не е достатъчен индикатор за промяна в почвената микробната биоценоза, а е необходим комплексен подход. Макар други проучвания да посочват определени взаимовръзки между обилието и преразпределението на микробните съобщества е необходимо да се отбележи, че условията на средата, при които са провеждани проучванията е твърде различна. Това е една от предпоставките, които налагат задълбочени бъдещи проучвания за комплексните фактори, които оказват влияние върху почвените микробни съобщества. Не на последно място трябва да се съблюдава влиянието на надморската височина като фактор отговорен за преразпределението и силата на останалите фактори на средата – температура, влажност, растителност и др.

Настоящето проучване, както и получените резултати могат да послужат като база за по-задълбочени изследвания на микробната общност на територията на Западна Стара Планина. Подобни проучвания са необходими за да се разбере сложната природа на взаимовръзката между микроорганизмите и условията на средата, с цел бъдещо прогнозиране на микробните флуктуации в почвата и анализ на техният отговор към промените, които настъпват.

Благодарности

Изследването е възможно благодарение на проект НИС-ЛТУ № 1072 от 16.03.2020 на тема „Проучване на почвите в долния и среден планински пояс от северния склон на Западна Стара планина“

Литература

Bealess, N. 2006. Adaptation of microorganisms to cold temperatures, weak acid preservatives, low pH and osmotic stress. Food Science and Food Safety, 3(1), 1-20.

Bhatt, M., Patel, S., Prajapti, P. , Y. Jasrai. 2015. Isolation and identification of soil microflora on National Parks of Gujarat, India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 4(3), 421-429.

Filcheva E., C**.** Tsadilas. 2002. Influence of Cliniptilolite and Compost on Soil Properties. Communication of Soil Science and Plant Analysis, 33, 595-607.

Giri, D., P. Shukla, S. Kashyap, P. Singh, A. Kashyap. 2007. Variation in methanotrophic bacterial population along an altitude gradient at two slopes in tropical dry deciduous forest. Soil Biol Biochem, 39, 2424–2426.

Ma, X., T. Chen, G. Zhang, R. Wang. 2004. Microbial community structure along an altitude gradient in three different localities. Folia Microbiologica 49, 105– 111.

Margesin, R., M. Jud, D. Tscherko. 2009. Microbial communities and activities in alpine and subalpine soils. FEMS Microbiol Ecol, 67, 208–18.

Milosevic, N., M. Ubavic, M. Cuvardic, S. Vojin. 2003) Mikrobiznacajno svojstvo za karakterizacij uplodnosti poljoprivrednog zemlijista. Agroznanje, 4, 81-88.

Siles, J., R. Margesin. 2016. Abundance and Diversity of Bacterial, Archaeal, and Fungal Communities Along an Altitudinal Gradient in Alpine Forest Soils: What Are the Driving Factors?. Microbial ecology, 72 (1), 207-220.

Strickland, M., C. Lauber, N. Fierer, M. Bradford**.** 2009. Testing the functional significance of microbial community composition. Ecology, 90, 441-451.

Taylor, J., B. Wilson, M.S Mills, R.G. Burns. 2002. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. Soil Biology & Biochemistry, 34, 387–401.

Wang, J., , P. Cao, , H. Hu, J. Li, L. Han, L. Zhang, Y. Zheng, J. He. 2015. Altitudinal distribution patterns of soil bacterial and archaeal communities along mt. Shegyla on the Tibetan Plateau. Microbial Ecology, 69 (1), 135-145.

Xu, M., X. Li, X. Cai, J. Gai, Xi. Li, P. Christie, J. Zhang. 2015. Soil microbial community structure and activity along a montane elevational gradient on the Tibetan Plateau. European Journal of Soil Biology, 69(1), 135-45.

INFLUENCE OF DIFFERENT TILLAGE OPERATIONS ON SOIL CO_2 EMISSIONS

Gergana Kuncheva*[1], Petar Dimitrov [2], Iliana Ivanova[3], Evgeni Enchev[2]

[1]ISSAPP „Nikola Poushkarov",Sofia, Agricultural Academy
[2] University of Ruse "Angel Kanchev",
[3] IASS „Obraztcov chiflik", Ruse
g1nikolova@abv.bg

Abstract

Tillage is the main and most common practice in the cultivation of crops, but intensive tillage leads to reduction of soil organic matter and to more significant fluxes of carbon dioxide from the soil surface.

A study was conducted on short-term CO_2 emissions induced by the application of some technological operations for agricultural production. To establish their impact on carbon dioxide emissions, several types of tillage operations have been tested. Some of them (soilslitting, disking and shallow tine cultivation on plowed area, stubble disking and stubble - control) were tested during the fall, and an experiment with technological operation inter row cultivation of maize was conducted during the spring (with a control variant untreated area).

At the time of the operations and one hour after that, the highest results of CO_2 emissions were obtained, and they gradually decreased by the tenth day. Emissions of the stubble were the lowest. The highest emissions wereafter shallow tine cultivation and disking of plowed area, which were respectively 2.08 kg ha^{-1} h^{-1} and 1.07 kg ha^{-1} h^{-1} in the first hour. The soil slitting operation is a part of erosion control technology and shows low carbon emissions - 0.47 kg ha^{-1} h^{-1} CO_2 during the first hour after application. This trend is maintained throughout the next periods of the experiment.

The study establishes that lower intensity tillage induces lower levels of soil carbon dioxide fluxes. The development of technological operations and machines that lead to the conservation of soil organic matter, are essential for modern crop production, whose main objectives are low greenhouse gas emissions and soil carbon sequestration.

Key words: soil CO_2 emissions, technological operations, soil tillage.

ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИ ВИДОВЕ ОБРАБОТКА НА ПОЧВАТА ВЪРХУ ЕМИСИИТЕ НА CO_2

Гергана Кунчева[1], Петър Димитров[2],Илиана Иванова[3], Евгени Енчев[2]

[1]ИПАЗР „Никола Пушкаров", София, Селскостопанска Академия
[2]Русенски университет, ИЗС „Образцов чифлик", Русе
g1nikolova@abv.bg

Резюме

Обработката на почвата е основна и най-широко разпространена практика при отглеждане на културните растения, но интензивните обработки водят до намаляване на органичното вещество и до значително отделяне на въглероден диоксид от почвената повърхност.

Проведено е проучване върху краткосрочните емисии на CO_2 при прилагане на някои технологични операции в земеделското производство. Изпитани са няколко вида обработки, като част от тях (дисковане и слято култивиране върху старо изорана площ, прорязване и дисковане на стърнище, с контрола - стърнище) са изпитани през

есента, а с технологичната операция окопаване на царевица е проведен експеримент през пролетта (с контролен вариант неокопана площ).

В момента на извършване на операциите и един часслед това, са получени най-високи резултати на емисии на CO_2, като те постепенно се понижават към десетия ден. Най-ниски са емисиите на стърнище (контролен вариант). Най-високи са емисиите при слято култивиране и дисковане на изорана площ, които са съответно 2,08 kg $ha^{-1}h^{-1}$ и 1,07 kg $ha^{-1}h^{-1}$ през първия час. Операцията прорязване е част от противоерозионна технология и показва ниски въглеродни емисии – 0,47 kg $ha^{-1}h^{-1}CO_2$ през първия час. Тази тенденция се запазва през следващите етапи на експеримента.

Проведеното изследване показва, че по-ниската интензивност на обработка на почвата води до по-ниски нива на въглеродни емисии. Разработването на технологични операции и машини, които водят до съхраняване на почвеното органично вещество, са от съществено значение за съвременното растениевъдство, чиито основни цели са ниски емисии на парникови газове и секвестиране на въглерод от почвата.

Ключови думи: почвени емисии на CO_2, технологични операции, обработка на почвата.

Introduction

The combustion of fossil fuels has a proven strong impact on the carbon cycle, but land use is also responsible for about 30 % of the increase of atmospheric carbon dioxide over the last 150 years, mainly due to the loss of soil organic matter. About 1500 Pg of total C and 136 (92–140) Pg of total N are stored at the top of the soil layer globally, representing the largest terrestrial carbon and nitrogen stocks (Schaufler et al., 2010; Schlesinger and Andrews, 2000).

Soil, as a major part of the carbon cycle, can either store carbon or be a source of CO_2. However, the total carbon storage capacity is limited (Oertel, C., 2016).

In natural ecosystems, depletion of soil organic matter is not observed. The uptake of organic carbon into agricultural ecosystems is usually lower than in natural, and the intensity of decomposition of organic matter is higher due to differences in soil moisture and temperature regimes caused by tillage, drainage, biomass combustion or removal of plant residues. The loss of soil organic matter is influenced bynumber of factors such as climate, soil type, crop rotation, tillage methods and crop residues management (Lal,R., 2000). Tillage in agricultural production, as one of the main activitieswhich causereduction of organic carbon in the soil, also affects CO_2 emissions. Conventional tillage systems involve more intensive and deeper operations, including plowing, which leads to more significant CO_2fluxes. In contrast, the various soil protection practices(conservation, zero, reduced, minimal, etc.) are based mainly on reducing the impact on the soil surface by limiting tillage activities, working at shallower depths and eliminating soil inversion. Soil conservation tillage can improve soil carbon uptake and have the potential to contribute to climate change mitigation (Schlesinger, 1999, Lee, J. et al., 2009).

There are studies on short-term and long-term changes in CO_2 emissions induced by tillage (Rádics, J. P, 2014), but these type researches are insufficient.

For that reason,in the last few years Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection “Nikola Poushkarov”, jointly with the University of Ruse "Angel Kanchev", conducted researches to determine the impact of different types of tillage on carbon dioxide emissions.The aim of this study is to establish short-term release of CO_2 after the implementation of some types of soil protective and conventional tillage.

Material and Methods

The research was carried out on Calcareous Chernozem in the experimental field of ISSAPP "Nikola Pushkarov” - Sofia, in the village of Trastenik, Ruse. Two experiments with different tillage operations were carried out: the first on stubble and plowed area with five variants in four replicates, and the second on maize in two variants in four replicates.

CO_2 flows were measured at work sites, withAlmemo tester with a CO_2 sensor. Plastic chambers were used to record emissions. The air concentration of CO_2 and the temperature was measured at a height of 1 m above the plots. After incubation and measurement, the CO_2flux (kg ha^{-1} h^{-1}) was calculated according to Bilandžija et al. (2016):

$$FCO2 = \frac{M \text{ X } P \text{ X } V\ (c2 - c1)}{R \text{ x } T \text{ x } A\ (t2 - t1)} \quad (1)$$

Where: FCO_2- flux intensity of $CO_2$from the soil (kg ha^{-1} day $^{-1}$); M-molar mass of CO_2 (kg mol $^{-1}$); P-air pressure (Pa); V-chamber volume (m^3); C_1 - initial concentration of CO_2 (µmol mol^{-1}); C_2-concentration of CO_2 after incubation time (µmol mol^{-1}); R-gas constant (J mol $^{-1}$ K^{-1}); T-air temperature (K); A-surface of the chamber (m^2); t_2-t_1-incubation period (hours).

The measurements were performed in the first, second hour after tillage, and then on the fourth and tenth day.The soil moisture was determined by weight method, in the layer 0-10 cm.

The applied operations were: erosion control and soil protective–soil slitting of stubble and conventional –disking and shallow tine cultivation on plowed area (plowed two months ago), stubble disking and stubble, in the experiment conductedduring the fall and intra row cultivation of maize and uncultivated area, for the second experiment carried out during the spring.

For their implementation were used: the special device for slits formation and incorporation of organic matter or mulch in the soil (Dimitrov et al., 2017), as well as general-purpose machines: disc harrow, shallow tine cultivator and inter-row cultivator.

Results and discussion

The chemical composition of the soil is presented in table. 1 and climatic characteristics of the two ten-days periods on Fig. 1 and Fig. 4.

Table 1. Chemical properties of the soil

Parameters	Content
Mineral nitrogen, mg/kg	94,25
Available P_2O_5 , mg/100g	4,13
Available K_2O, mg/100g	23,84
Humus, %	2,64
pH, in H_2O	7,30

The results of the conducted experiments show that in the first and second hour after the operations, the highest CO_2 emissions were obtained, as they gradually decreased by the 10th day (Fig.3). The lowest were stubble emissions and of stubbles litting during the first and the second hour. The highest emissions were after shallow tine cultivation (2,08 kg ha^{-1} h^{-1}) and disking of old plowed area (1.07 kg ha^{-1} h^{-1}).

The soil moisture in the upper surface layer (Fig.2), in the first hours after the operations, was higher in the shallow tine cultivated areas compared to stubble, because the tillage brought a wetter layer of soil to the surface. On the tenth day, higher soil moisture (0-10 cm) was reported for stubble and stubble disking.

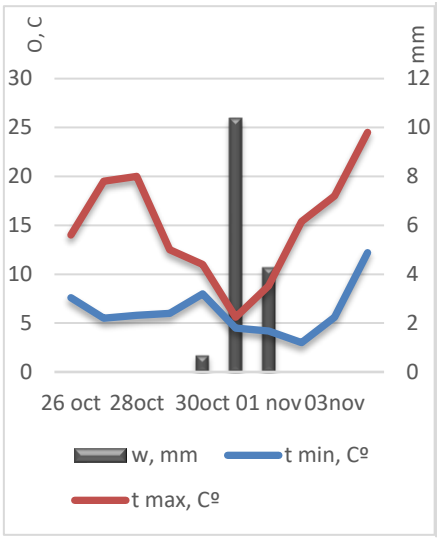


Fig. 1. Climate characteristics of the research period (26.10-04.11)

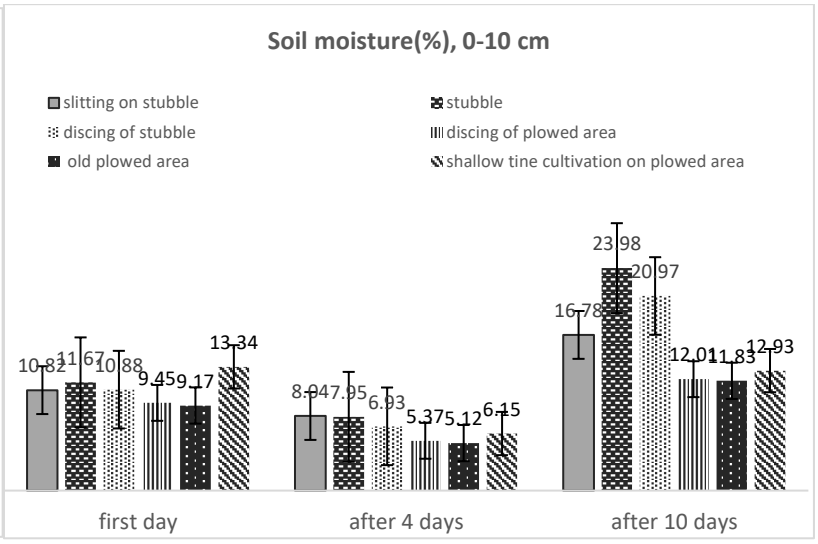


Fig. 2 Soil moisture content (%), 0-10 cm
ANOVA NS; vertical bars denote stand.err.

On the fourth day, the temperature dropped and so did the CO_2 emissions. Subsequent rains led to higher soil moisture, and temperatures also rose (Fig. 1). This led to higher humidity, but emissions were lower because the period from soil disturbance was longer.

Stubble had the highest soil moisture content on the tenth day, but CO_2 fluxes were low (0,28kg ha^{-1} h^{-1}). The emissions of stubble slitting (0,25 kg ha^{-1} h^{-1}) were decreased too, because of slight soil disturbance. Stubble disking resulted in lower CO_2 emissions, but there was an increase by tenth day (0,85 kg ha^{-1} h^{-1}), probably due to the organic matter, incorporated into the soil with disking and higher moisture content.

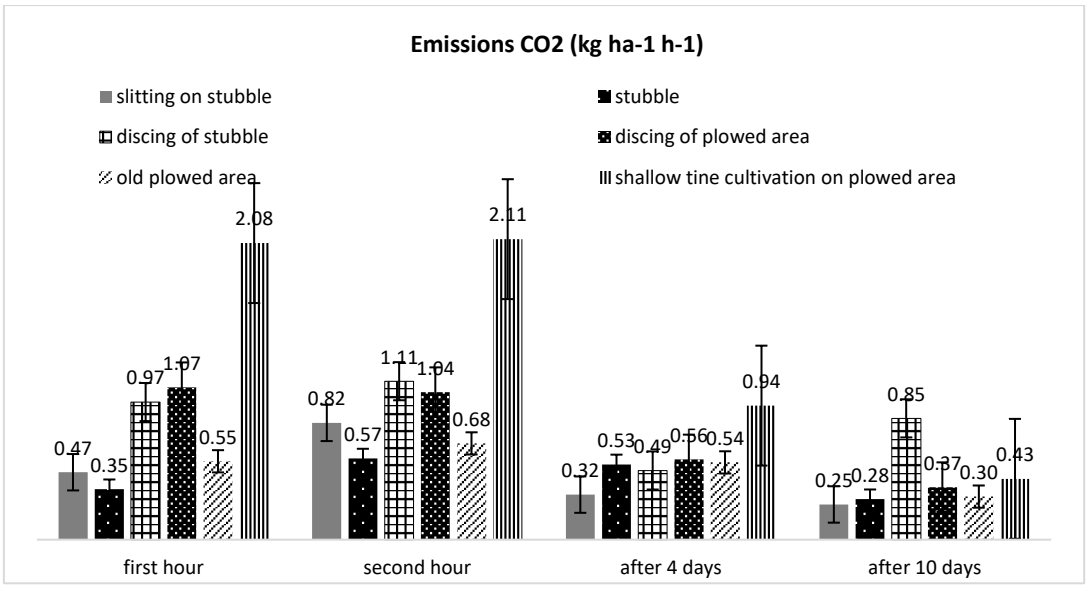


Fig. 3. CO_2 fluxes (kg ha^{-1} h^{-1}), after different tillage operations
ANOVA p=0.0334, vertical bars denote stand.err.

In the second experiment, with inter-row cultivation of maize in the spring, the results again show an increase in CO_2 emissions after disturbing the soil surface. CO_2 fluxes of undisturbed areas were unchanged, while in cultivated areas, they doubled. On the fourth day after cultivation, a stronger increase was reported, which was due to higher temperatures and higher soil moisture. After ten days, there was reduction in CO_2 flux after

cultivation, which was only 23% higher. Moisture content was increasing in the first day, because of the wetter soil layers brought to the surface, but it was lower after fourth day.

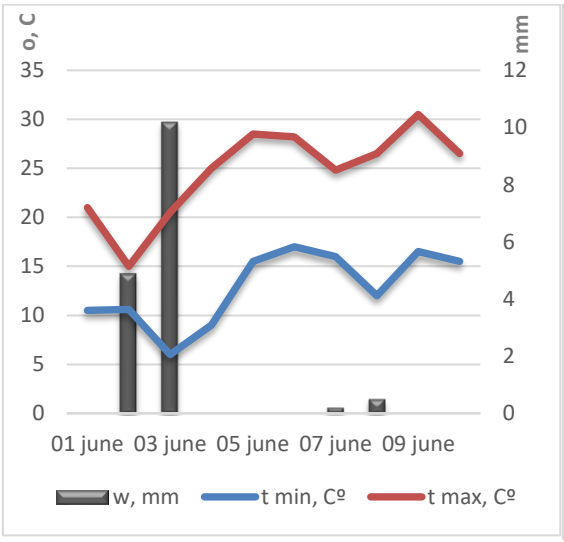


Fig.4. Climate characteristics of the research period (01.06-10.06)

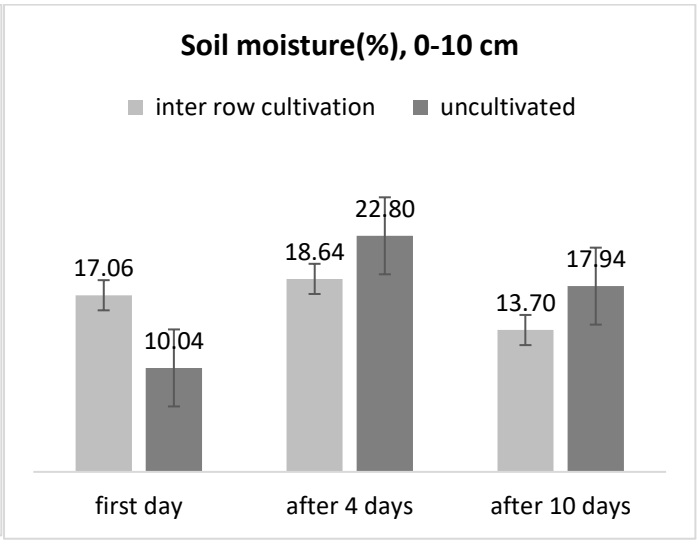


Fig. 5. Soil moisture content (%), 0-10 cm
ANOVA NS, vertical bars denote stand.err.

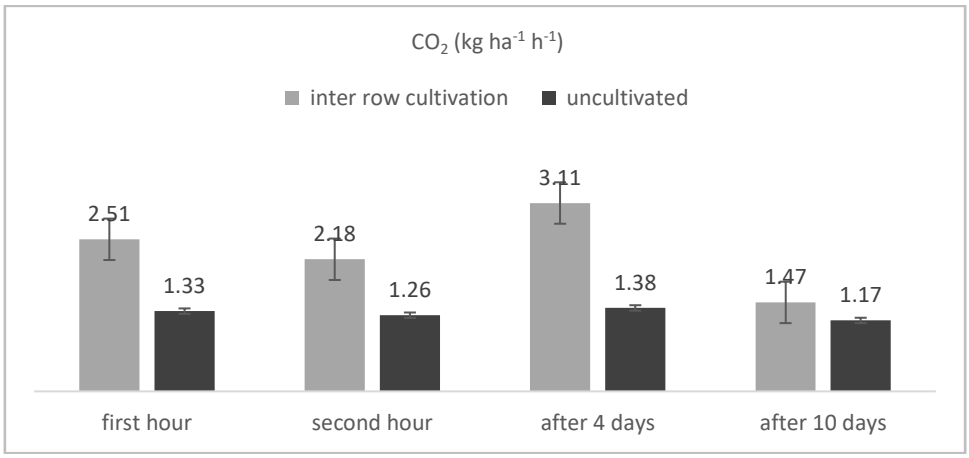


Fig.6. Emissions CO_2 (kg ha^{-1} h^{-1}) after inter row maize cultivation and untreated maize plots
ANOVA: p=0.024, vertical bars denote stand.err.

Conclusion

From the results of conducted research presented above, the following conclusions can be formulated:

- More intensive soil tillage, with a higher degree of disturbance of soil aggregates such as shallow tine cultivation and inter row cultivation, lead to higher CO_2 emissions compared to undisturbed soil surfaces. The differences in these types of tillage operations with uncultivated plots are 2-3 times higher in the initial hours and days.
- The difference between CO_2fluxes oftilled and untilled areas decreases by the tenth day.
- The minimization of soil cultivation and the inclusion of soil conservation practices in the technologies for growing agricultural crops,lead to the reduction of soil CO_2 emissions.

Acknowledgements

The authors acknowledge funding of research activities received from the National Science Fund under grant agreement КП-06 Н 46/1 2020 (project “Efficiency of erosion control agrotechnologies for improvement of soil quality and water regime and mitigation of greenhouse gas emissions”).

Reference

Bilandžija et al., Z. Zgorelec, K. Ivica. 2016. Influence of Tillage Practices and Crop Type on Soil CO2 Emissions. Sustainability, 8, 90

Dimitrov, P., H. Beloev, G. Kuncheva. 2017. Efficiency of Advanced Systems for Minimum and Unconventional Tillage for Maize Production on Slope Lands. International Journal of Economics, Finance and Management Sciences, Vol.5, Issue 5, Science Publishing Group, USA, pp 263-267, ISSN 2326-9561, http://aftmt.uni-ruse.bg/images/vol.5.1/AFTMT_V-1-2018-4.pdf

Lal, R. 2000. Global carbon pool and fluxes and the impact of agricultural intensification and judicious land use. In: “Prevention of Land Degradation, Enhancement of Carbon Sequestration and Conservation of Biodiversity Through Land Use Change and Sustainable Land Management with a Focus on Latin America and the Caribbean. FAO/IFAD,World Soil Resources Reports 86, FAO, Rome, Italy: 48-52.

Lee, J., J. W. Hopmans, Chris van Kessel, A. P. King, K. J. Evatt, D. Louie, D. E. Rolston, J. Six. 2009. Tillage and seasonal emissions of CO2, N2O and NO across a seed bed and at the field scale in a Mediterranean climate. Volume 129, Issue 4, Pages 378-390.

Oertela, C., J. Matschullata, K. Zurbaa, F. Zimmermanna, S. Erasmib. 2016. Greenhouse gas emissions from soils—A review. Chemie der Erde 76, 327–352.

Rádics, J. P. 2014. Soil CO_2 Emission Induced by Tillage Machines International Journal of Applied Science and Technology Vol. 4, No. 7.

Schaufler, G., Kitzler, B., Schindlbacher, A., Skiba, U., Sutton, M.A. andZechmeister-Boltenstern, S. 2010. Greenhouse gas emissions from European soils under different landuse: effects of soil moisture and temperature. European Journal of Soil Science, 61: 683-696. https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2010.01277.x.

Schlesinger WH. 1995. Soil respiration and changes in soil carbon stocks. Wood well GM, Mackenzie GM, editors. Biotic feedbacks in the global climatic system: will the warming feed the warming? New York: Oxford Univ. Press. p. 159–68.

Schlesinger WH. 1999. Carbon sequestration in soils. Science, vol. 284, Issue 5423,p. 2095, DOI: 10.1126/science.284.5423.2095.

Schlesinger William H.; Jeffrey A. Andrews. 2000. Controls on Soil Respiration: Implications for Climate Change, Soil Respiration and Global Carbon Cycle. Biogeochemistry, Vol. 48, No. 1,. pp. 7-20.

ПРОМЕНИ ВЪВ ФИЗИКО – АГРОХИМИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ЛЕСИВИРАНИ И ПСЕВДОПОДЗОЛИСТИ ПОЧВИ ПРИ ИНТЕНЗИВНО ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ

Ивайло Кирилов[1*], Ваня Лозанова[1], Илияна Герасимова[1], Веселин Панков[1], Георги Димитров[2]

[1]Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“, Селскостопанска академия
[2]Лесотехнически университет
*stingra@abv.bg

Резюме

Изследвани са Лесивирани почви и Псевдоподзолисти почви от Долнобанска и Ихтиманска котловини за 50-годишен период образувани под ливадна, храстовидна и дървесна растителност, която в последствие е променена в земеделска. Доказано е че при Лесивираните почви от Долнобанска котловина, земеползването не оказва влияние върху механичния състав, докато съдържанието на хумус намалява с 0.11%, на подвижните форми на азота в обработваемите слоеве е понижено с 4-5 mg/kg почва, а това на усвоимия фосфор 2.5 пъти. Установява се още нарастване на усвоимите форми на калия в повърхностния хоризонт, което вероятно се дължи на органичните остатъци от сламата на отглежданите житни култури. При Псевдоподзолистите почви, земеползването не дава отражение върху механичния състав. Усвоимите форми на фосфор и калий намаляват по-значително при площта върху, която се прилага триполно сеитбообращение наситено с житни култури със слята повърхност.

От изследването на Псевдоподзолистите почви от района на Ихтиманската котловина се установи, че начинът на земеползване има значително влияние върху почвеното плодородие. С поддържането на почвата в плодосменна система, чрез сеитбообращение на житни култури–картофи-царевица и внасяне на торове и на мелиоранти – варовик и варова пепелина се подобрява съдържанието на усвоими форми на азот, фосфор и калий.

Ключови думи: Лесивирани почви, Псевдоподзолисти почви, механичен състав, химични и агрохимични свойства

CHANGES IN THE PHYSICAL AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF LUVISOLS AND PLANOSOLS UNDER INTENSIVE LAND USE

Ivaylo Kirilov[1*], Vanya Lozanova[1], Iliana Gerasimova[1], Vesselin Pankov[1], Georgi Dimitrov[2]

[1]Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
*stingra@abv.bg

Abstract

Highly leached Albic Luvisols and Eutric Planosols from Dolna banya and Ihtiman valleys for a period of approximately 50 years are studied. They were formed under meadow, bush and tree vegetation, which was subsequently changed to agricultural. It has been proved that in the Albic Luvisols of Dolnobanska valley, land use does not affect the soil texture, while the humus content decreases by 0.11%, the mobile forms of nitrogen in the arable layers are reduced by 4-5 mg/kg of soil and that of assimilable phosphorus 2.5 times,

respectively. There is also an increase in the assimilable forms of potassium in the surface horizon, which is probably due to the organic residues from the straw of the cultivated cereals. In Planosols, land use does not affect the soil texure. The assimilable forms of phosphorus and potassium decrease more significantly in the area on which three-crop rotation saturated with cereals with a fused surface is applied.

From the study of the Planosols soils from the region of the Ihtiman valley it was established that the way of land use has a significant influence on the soil fertility. By maintaining the soil in a crop rotation system, by sowing cereals- potatoes-corn and applying fertilizers and ameliorants - limestone and lime ash, the content of digestible forms of nitrogen, phosphorus and potassium improves.

Key words: Albic Luvisols, Eutric Planosols, soil texture, chemical and agrochemical properties

Увод

Свойствата на почвите и степента на тяхното плодородие зависят от отделните фактори и условия на почвообразуване, които активизират или подтискат повече или по-малко биологичната дейност и обуславят състоянието и биологичния потенциал на всяко почвено различие (Blum, 2007, Kinoshita et al., 2017). Формирането на Лесивираните и Псевдоподзолисти почви от района на Долнобанска и Ихтиманска котловина подобно на други почви от същата група е протекло при динамични процеси както на повърхността, така и по дълбочината на почвения профил, което е дало отражение върху техния статус и плодородие*. Стопанската дейност в миналото, след комасираното и блоково земеползване, в двата района се обуславя от отглеждането на зърнено-житни култури, влакнодайни култури и картофи, а в Долнобанската котловина предимно на ягодоплодни култури, естествени и изкуствени пасища и ливади. С типичен котловинен и равнинен релеф Долнобанската и Ихтиманската котловини са с по-малък риск от поява на ерозия в повърхностните хоризонти. Климатът спада към преходноконтиненталната подобласт на европейската континентална област и е умерено континентален, повлиян е от поречията на реките Марица, Мътивир и техните притоци (Ninov et al., 1985).

Целта на изследването е да се установят промените в почвено - агрохимичните свойства на Лесивираните и Псевдоподзолистите почви от двата района, настъпили в резултат на интензивно земеползване за петдесетгодишен период в изследваните райони. *Изследваните почви при почвено – картографските проучвания са определени като – Силно излужени до леко оподзолени Канелени Горски и Псевдоподзолисти Канелени горски почви (Йолевски, М., и др., 1974. „Почвена характеристика на землището на гр.Долна Баня– Софийска област”, архив на ИП „Н. Пушкаров”, С.), (Йолевски, М. и др., 1959). „Почвена характеристика на землището на гр.Ихтиман– Софийска област”, архив на ИП „Н. Пушкаров”, С.). Според новата класификация те са класифицирани като Лесивирани и Псевдоподзолисти почви (Теохаров и др., 2019).

Обект и методи на изследване

Обект на изследване от Долнобанската котловина са:
Лесивираните и Псевдоподзолистите почви, които са разпространени под формата на отделни петна в югоизточната и североизточната част на землището. Според предварителните почвено – картографски изследвания на Йолевски, М. и др. (1974), те са образувани върху безкарбонатни изветрителни продукти и под влияние на горска растителност.* В резултат на протеклата слаба ерозия е отнесена малка част от повърхностния хоризонт, поради което са с не много мощен профил, но който е ясно диференциран. Текстурният коефициент е голям - 2,5. По-голяма част от площта на разглежданите почвени различия е включена в обработваемия фонд на

стопанството. Според проучванията на Йолевски, М. и др. (1974) в землището на с. Пчелин, хумусният хоризонт има мощност 18-20 cm., а механичният състав в повърхностния хоризонт е глинесто-песъклив. Количеството на физичната глина е 17,2%. Механичният състав в илувиалния хоризонт е средно песъкливо-глинест 39,7 до 42,1%. Количеството на ила в повърхностния хоризонт е ниско, докато в илувиалния хоризонт е неколкократно по-високо – 32,7 – 36,1%. Преобладаващи фракции са тези на ила, средният и дребен пясък. Този механичен състав обуславя слаба водопропускливост, добра водозадържаща способност и неблагоприятен въздушен режим. По количество на органичното вещество в повърхностния хоризонт почвата е слабохумусна - 0,83%. Слабо запасени са с общ азот и с общ фосфор. Карбонати не се съдържат по дълбочина на целия почвен профил. Почвената реакция е силно кисела pH в KCl от 4,1 до 4,3. Тези почви притежават редица неблагоприятни свойства. Пригодни са за отглеждане на някои по-невзискателни култури.

Псевдоподзолистите почви са разпространени предимно в централната по-заравнена част от територията на стопанството. Общата им площ е 7688 da, което представлява 5.15% от проучените Йолевски, М. и др. (1974).

Тези почви са образувани върху плиоценски и терциерни отложения под въздействието на горска растителност. При тях ерозионни процеси не се наблюдават. Представа за морфологичния строеж на тези почви дава описанието на профил заложен на платовидна част в овощна градина на около 2 km северно от село Долна баня.

Морфологически тези почви се характеризират с маломощен (20-25 cm) хумусен хоризонт със светлокафяв цвят и разпрашен от псевдооподзоляването и обработката дребнотроховидна структура Йолевски, М. и др. (1974). Под него лежи мощен около (70-100 cm) илувиален хоризонт с червеникав цвят плътен, глинясал с призматична структура и наличие на манганови конкреции на вододеяни части, този хоризонт е по-маломощен и съдържа неизветрели скални включения. Хоризонт С представлява почти незасегнати плиоценски терциерни отложения със светлокафяво до мръснобелезникав цвят. Теренът, които заемат тези почви е равнинен (с лек наклон) удобен за машинна обработка.

*Данните от почвено картографските проучвания (Йолевски, М. и др., 1974) са базови, предварителни и се използват за сравнение и затова характеристиката на почвите е описана подробно.

Механичният състав в повърхностния хоризонт е глинесто-песъклив количеството на физичната глина е 18,4%. В илувиалния хоризонт механичният състав е рязко утежнен – количеството на физичната глина е 62,8%. Количеството на ила в горните два хоризонта е ниско докато в пределите на илувиалния хоризонт е 57,4%. Преобладаваща фракция от дълбочина на почвения профил е тази на ила следвана от фракцията на средния и дребен пясък. Съдържанието на хумус е 0,94% в повърхностния хоризонт и определя тези почви като бедно хумусни. Карбонати не се съдържат по дълбочина на целия почвен профил. Почвената реакция е средно кисела, в повърхностния хоризонт – pH в KCl е 5,0. При добра агротехника върху тези почви могат да се отглеждат някои по-невзискателни култури.

Обект на изследването от Ихтиманската котловина са също Лесивираните почви, но по механичен състав те са средно песъкливо-глинести. Силно излужените Канелени горски почви се отличават със силна диференциация на профила (Йолевски, М. и др., 1959). Хумусният хоризонт има сравнително малка мощност, а орницата е значително разпрашена. В релефно отношение заемат слабо наклонени терени 2-3º, при което е възможна машинна обработка. Масивът от тези почви е прорязан от няколко дълбоки оврага, чиито брегове са силно и напълно ерозирани.

Те се отличават с характерни особености в механичния състав, които са в пряка зависимост със селскостопанското им ползване. Орният хоризонт на тези почви

е средно песъкливо-глинест. Непосредствено под него обаче на дълбочина средно 30 cm следват хоризонти с много плътно сложение и тежък механичен състав. Тези хоризонти придават на Лесивираните почви твърде неблагоприятен воден и въздушен режим. Ето защо е необходимо да се работи за подобряване на техните водно-физични свойства чрез внасяне на мелиориращи средства на по-голяма дълбочина. Чрез внасяне на мелиориращи средства – вар (900 kg/dka), пепелина (600 kg/dka), слама, оборски тор и други трябва да се цели да се подобри строежът, структурата и механичния състав на плътните подорни хоризонти, които са с ниска водопроницаемост, порьозност и аерация.

От данните се вижда, че изследваните почви имат неблагоприятен хранителен режим. Те са слабо запасени с органично вещество и имат средно кисела реакция. Макар и слабо при тях е изразена обменна киселинност. Това напълно съвпада с характера на канелено-горския процес, където при силно излужване известна част от продуктите на разлагането имат кисел характер.

Агрохимическият анализ показва, че тези почви са задоволително запасени с усвояем азот – количеството му се движи от 22-35 mg/kg почва. Запасеността им на фосфати е от бедна до слаба – от 0,8 до 2,5 mg/100g почва. С калий те са средно запасени – съдържат до 20 mg /100 g почва.

Псевдоподзолистите почви, слабо ерозирани

а) Псевдоподзолисти, слабо ерозирани, глинесто-песъкливи

б) Псевдоподзолисти, слабо ерозирани, леко песъкливо-глинести почви.

Псевдоподзолистите почви леко песъкливо-глинести имат сравнително широко разпространение в Ихтиманската котловина. Те заемат по-голямата част от северния склон на котловината. По-малко разпространение имат глинесто-песъкливите им разновидности почви, между селата Веринско и Боерица.

Псевдоподзолистите почви са най-характерните почви за условията на Ихтиманската котловина. При тяхното формиране освен специфичните климатични и биологични условия съществена роля е изиграла и почвообразуващата скала представена изключително от изветрителни продукти на гнайси и слюдени шисти, сред които се срещат и кварцови (пегмотитови) жили. Карбонатите се срещат главно във вид на ядки и провлаци и по всичко изглежда, че са оказали смекчаващо влияние на процеса на псевдооподзоляване.

В резултат на продължителното въздействие на горската растителност върху безкарбонатната материнска скала е формиран силно диференциран профил на Псевдоподзолиста почва. Същият се отличава с маломощен лек по механичен състав и силно разпрашен хумусен хоризонт. Под него следва рязко отличаващ се по състав и свойства много плътен и глинест илувиален (В хоризонт). Такъв строеж на профила е крайно неблагоприятен за развитието на растенията и създаването на достатъчно мощен окултурен орен слой е първостепенна задача при тези почви.

Псевдоподзолистите почви в Ихтиманска котловина са с ниско хумусно съдържание < 1%. Почвената реакция е силно кисела, което предполага високо съдържание на обменен Al и наличие на обменна киселинност и напреднал процес на псевдооподзоляване. Това особено добре е изразено в хоризонт В1 и В2. Сорбционният капацитет съответства на силно диференцирания профил и е много слабо развит в хоризонт А и средно развит в илувиалните хоризонти.

Показателни за ниското естествено плодородие на Псевдоподзолистите почви са незначителните количества общи и подвижни форми на основните хранителни елементи – азот, фосфор и калий. Обезпечеността на усвояем азот за растенията при тези почви е задоволителна - 27-42 mg/kg почва. Неблагоприятен е фосфорният режим. Те са с бедно съдържание на подвижни форми - 0,3-3,7 mg/100g почва и слабо запасени с усвоим за растенията калий 7-16 mg/100g почва.

Изследвани показатели и методи на работа:

- физико-механични показатели:

- механичен състав – по пирофосфатен метод (на Качински), Донов и др., 1974;
- хигроскопична влага, ППВ – чрез пълно насищане на ненарушена почва, Донов и др., 1974;
- Влага на Завяхване., Донов и др., 1974;

- агрохимични показатели:

- общ азот – по метода на Келдал (ISO);
- фосфор – по метода на Иванов 1984; калий по метода на Иванов, 1984;
- реакция на почвения разтвор (pH) – потенциометрично във вода и калиев хлорид, 2010;
- карбонати – по метода на Шайблер, Пенков, 1981;
- съдържание на органично вещество в почвата – по Тюрин, Донов и др., 1974;
- наситеност с бази – по ацетатно-лактатния метод;

- определяне на водно-физични показатели:

- съдържание на влага в тегловни % и обемна плътност в g/cm^3, Донов и др., 1974;

Резултати и обсъждане

Сравнени с предварителните проучвания на Йолевски, М. и др. (1974) с извършените нови такива, се установява, че 0,83% хумус означава, че е прилагана добра ротация и балансирано торене, което не води до дехумификация (табл. 2). За период от над петдесет години в зависимост от тяхното окултуряване, установено по данни на земеделската кооперация, промените в основните почвени хоризонти малко или повече са отличителни.

Лесивираните почви от Долнобанска котловина задържат големи количества вода в орните хоризонти, доказателство за което е високият текстурен коефициент – 2,5 (табл. 1). С по-добра водозадържаща способност се отличават плътните B хоризонти, при които водата трудно се оползотворява от растенията поради неблагоприятния строеж на профила. Тези почви не задържат големи количества достъпна от растенията вода в орните хоризонти, докато B хоризонтите имат сравнително висока влажност на завяхване (табл. 3). Структурният анализ показва, че орницата е силно разпрашена, а подорницата по-добре оструктурена. Обработката на тези почви във всички случаи е извършена на дълбочина не по-голяма от 18-20 cm. Продълбочаването на оранта се затруднява пак от тежкия механичен състав и плътност на долулежащите хоризонти. Удълбочаването на орницата трябва да се извършва с постепенно разрохкване на тежкия хоризонт и внасяне на мелиориращи средства.

Таблица 1. Механичен състав профил № 1, Лесивирани почви – Долна баня
Table 1. Soil texture of soil profile № 1, Luvisols – Dolna banya

Хоризонт и мощност в cm	1,00 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	<0,001	Сума <0,01
A_1-0-20	43,2	27,1	11,4	1,9	3,9	11,4	17,2
B_1-20-36	23,6	24,6	8,4	2,6	3,4	36,1	42,1
B_2-36-54	23,7	25,6	9,2	2,7	4,3	32,7	39,7
A_1-0-20*	39,6	30,8	13,5	2,5	3,1	10,6	16,9
B_1-20-36*	29,9	25,7	9,3	2,8	2,9	34,8	41,1
B_2-36-54*	29,7	26,3	10,7	2,6	6,1	22,7	31,0

*Забележка – данните са от анализ на проби 2019 г.

*Note - the data is based on analyses from 2019

Сравнителният анализ на данните за механичния състав при Лесивираните почви показва, че въпреки дългогодишната разлика между двете проучвания, колебанията във фракционния състав са символични (профил 1) Дългогодишното въздействие и спорадичната производствена дейност върху поземления участък не са повлияли съществено върху механичния състав на почвеното различие. В повърхностният хоризонт съдържанието на ил и физична глина почти не е променено за дългогодишния период между двата анализа.

За отбелязване е фактът, че в резултат на продължителното земеползване хумусното съдържание намалява средно с 0,11%. Въпреки производствената дейност не се наблюдава риск от плоскостна водна ерозия, поради факта, че релефът е равнинен т.е това е загуба на хумус от продължителната обработка.

При сравняване на данните на Йолевски, М., и др. (1974) и тези от направения от нас агрохимичен анализ се установява, че подвижните форми на азота в обработваемите слоеве е понижено с 4-5 mg/kg почва, а това на усвоимия фосфор 2,5 пъти. Установява се нарастване на усвоимите форми на калия в повърхностния хоризонт, вероятно поради разлагане на сламата от отглежданите житни култури. Реакцията на почвения разтвор остава силно кисела в повърхностния хоризонт, но в В хоризонт преминава от силно кисела в средно кисела.

Таблица 2. Химични свойства профил № 1, Лесивирани почви – Долна баня
Table 2. Chemical properties of soil profile № 1, Luvisols – Dolna banya

Хоризонт и дълбочина в cm	pH		Карбонати %	Наситеност с бази (V%)	mg/kg	mg/100 g		Хумус %
	H2O	KCL			Общ N	P2O5	K2O	
A_1.орн.0-20	5,0	4,1	0,0	65,6	19,1	5,6	16,8	0,83
B_1 20-36	5,3	4,3	0,0	66,3	15,5	1,1	18,0	0,77
B_2 36-54	5,1	4,2	0,0	71,4	10,0	0,6	15,9	0,54
A_1.орн.0-20*	5,3	4,3	0,0	62,0	14,2	2,3	22,0	0,88
B_1 20-36*	5,5	4,6	0,0	68,4	11,7	0,2	13,3	0,86
B_2 36-54*	5,5	4,5	0,0	-	-	-	-	-

*Забележка – данните са от анализ на проби 2019 г.
*Note - the data is based on analyses from 2019

В началото на изследването, проведено 2011 г., от взетите почвени проби е установено, че Псевдоподзолистите почви в землището на с. Живково – Ихтиман се характеризират с плитък орен хоризонт с лек механичен състав (Пенков, 1983), в който преобладава едрия пясък. Иловата фракция е едва 18%. Поради този факт, при сухи условия на повърхността се образува дебела почвена кора.

След края на експеримента – 2015 г., не се наблюдава изменение във фракционния състав. Като след прилагане на системите за земеползване се установява нарастване процентния дял на дребния пясък, включително и при площта с угар. Обемната плътност при ППВ в орницата е висока 1,45 g/cm^3, а относителната маса е 2,65–2,70. Почвата е с ниско хумусно съдържание – около 2%, слабо запасена с макроелементи.

При Лесивираните почви в Ихтиман се установява добро съдържание на азот, което се дължи на системното внасяне на азотен тор. Приложеното торене е с високи норми, но до известна степен небалансирано. Отчетена е добра запасеност с азот, предимно нитратна форма. През четири годишния период на извеждане на полски опит торенето с калциево–амониев нитрат CAN оказа положително влияние не само върху развитието на културите, но и върху тяхната продуктивност. В опитните парцели

на блок Веринско е по-високо с 4,6 mg/kg почва във вариантите торени с CAN в сравнение с тези торени с карбамид, което се обяснява с подобряване реакцията на почвения разтвор.

Таблица 3. Механичен състав и физични свойства на профил № 2, Лесивирана почва – Ихтиман

Table 3. Soil texture and other physical properties of soil profile № 2, Luvisols – Ihtiman

Хоризонт и мощност в cm	Механичен състав		Хигрос к. влага %	Об. плътност g/cm^3		Относ. маса g	Порьоз-ност %	ПП В %	ВЗ %
	<0,001	<0,01		нал.W	ППВ				
A_1орн.0-18	18,0	31,9	4,53	1,46	1,45	2,65	44,9	17,7	8,9
$B_1$18-44	55,4	63,8	7,20	1,57	1,37	2,70	41,9	32,7	21,3
$B_2$44-62	51,4	62,6	6,96	1,58	1,44	2,72	42,1	28,7	19,0
$B_3$62-85	46,1	58,1	6,50	1,58	1,56	2,70	41,1	24,5	16,5
BC 85-112	38,7	50,3	5,11	1,65	-	2,72	39,3	-	13,7
$C_1$112-147	35,1	46,0	4,66	1,66	-	2,71	39,8	-	-
$C_2$147-160	41,8	47,6	5,39	1,71	-	2,72	37,1	-	-

Таблица 4. Химични свойства профил № 2, Лесивирани почви – Ихтиман

Table 4. Chemical properties of soil profile № 2, Luvisols – Ihtiman

Хоризонт и дълбочина в cm	pH		Карбонати %	Наситеност с бази (V%)	mg/kg	mg/100 g		Хумус %
	H2O	KCL			Общ N	P2O5	K2O	
A_1орн.0-18	5,70	4,60	0,0	67,9	38,60	12,30	9,20	2,50
$B_1$18-44	5,70	4,50	0,0	69,6	29,40	3,70	9,00	2,40
$B_2$44-62	5,90	4,70	0,0	70,6	24,80	3,40	11,0	2,10
$B_3$62-85	5,50	4,30	0,0	64,4	23,60	2,40	8,50	1,75

Въпреки прилагането на торене (N_{18} P_{14} K_{10}) съдържанието на фосфор е ниско и при двете почвени различия. Анализът на взетите през втората година почвени проби показва разлика в съдържанието на подвижни форми на макроелементите, както и в реакцията на почвения разтвор (табл. 4). Въпреки прилагането на торене съдържанието на фосфор е ниско за това почвено различие. Прави впечатление малкото количество подвижен фосфор на опитните участъци в Ихтиман, където торенето е с висока норма но съдържанието му е твърде ниско. В торените варианти в орния слой то е от 1,7 до 4,0 mg/100g почва, което е незадоволително. За да се постигне високо ниво на запасеност с усвоими фосфати се налага ситемен подход – торене няколко последователни години с по-високи норми. В слоя 30-60 cm фосфорът е само следи, както е при вариантите с липса на торене.

На тези почви най-добре могат да се развиват житни култури, които имат по-плитка коренова система. Дълбокоренни растения могат трудно да пробият тези плътни хоризонти, поради което трябва да се отглеждат при високо ниво на агротехника.

За напояване в случая не са необходими големи поливни норми поради слабата водопроницаемост на долните хоризонти и слабата водозадържаща способност на орните хоризонти.

При Лесивираните почви подвижните форми на калия са до задоволително количество, въпреки редовното внасяне с минерален тор. Като калиево любива култура картофите извличат големи количества, които при оглеждане на пшеницата не могат да се компенсират. Ето защо се налага от двуполка, да се премине към

триполно сеитбообращение с участието на още една пролетна окопна култура. Взети са почвени проби за агрохимичен анализ, резултатите от който показват разлика в съдържанието на подвижни форми на макроелементите, както и в реакцията на почвения разтвор.

Съдържанието на подвижен калий при торените и неторени варианти е изравнено. Независимо от по-високите добиви във вариантите торени с амофос и листен тор разликите в съдържанието на калий е само около 1 mg/100g почва. Прави впечатление малкото количество подвижен фосфор на опитните участъци в Ихтиман, където торенето е с висока норма. След картофи почвата остава малко по-добре запасена 7,4 до 9,2 mg/100g почва, докато след пшеница съдържанието е по-ниско. От една страна торенето явно не може да компенсира износа с получената продукция, а от друга киселата реакция води до повишаване дела на неусвоимия фосфор. Основание за тази констатация е факта, че във вариантите с по-високо pH на блок Веринско фосфорът е с над 2,0 mg/100g почва в повече. При Лесивираните почви подвижните форми на калия са до задоволително количество, въпреки редовното внасяне с минерален тор. Като калиеволюбива култура картофите извличат големи количества, които при оглеждане на пшеницата не могат да се компенсират. Ето защо се налага от двуполка, да се премине към отглеждане на още една окопна култура.

През дългогодишния период между двете изследвания при профил 3 Псевдоподзолистите почви се установяват значителни промени в А и В хоризонти, които са следствие от въздействието на климатичните фактори и от включването им в поземления фонд. Поради прилагането на плодосменна система на земеделие чрез редуването на житни култури овес и ръж и на окопни лен и картофи се установява уеднаквяване на механичния състав на дълбочина до 42 cm. За разлика от изходните данни, където процесът на псевдооподзоляване е видимо очертан в трите хоризонти, то при анализа през 2019 г. видима текстурна граница има между А и В хоризонт, като съдържанието на ил е 4,5 пъти по-високо, а на физична глина над 3 пъти.

При земеползване с трайно насаждение – малини се установява по-високо съдържание на ил и физична глина в a2B хоризонт, като спрямо нивата с преобладаващо отглеждане на житни култури и житно-бобови смески съдържанието на физичната глина е с 5% по-високо (табл. 5). Вероятна причина е навярно фактът, че при създаване на малиновото насаждение е извършена дълбока оран, последвана от оран в междуредията всяка година, докато при триполното сеитбообращение дълбочината на обработка е до 20 cm.

Таблица 5. Механичен състав профил № 3, Псевдоподзолисти почви – Долна баня

Table 5. Soil texture of soil profile № 3, Planosols – Dolna banya

Хоризонт дълбочина в cm	Хигр. Влага %	Сума > 1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Сума <0,01
A1A2 0-29	1,93	0,1	31,6	29,9	18,7	4,1	7	7,3	18,4
a2B 29-42	4,40	1,4	38,3	16,2	13,6	6,9	5,2	15,1	27,2
B1 42-75	-	0	13,2	13,6	7,9	2,5	2,9	57,4	62,8
A1A2 0-29*	3,05	0,0	36,8	37,3	4,9	5,3	6,9	8,8	21,0
a2B 29-42*	5,36	0,0	37,1	35,6	5,0	5,7	6,5	10,1	22,3
B1 42-75*	-	0,0	5,2	17,4	25,3	10,6	5,3	39,9	62,3
A1A2 0-29**		0,0	31,4	40,1	5,4	5,9	6,8	10,4	23,1
a2B 29-42**		0,0	31,8	37,9	2,1	5,9	8,9	13,4	28,2
B1 42-75**		0,0	9,1	15,5	21,8	12,8	7,1	41,4	60,9

Забележка – данните от профилите са от 1965 г. от очерци на ТКЗС Д. Баня
*Забележка – данните са от анализ на проби 2019 г. от нива с триполно сеитбообращение
**Забележка – данните са от анализ на проби 2019 г. трайно насаждение – малини

Note - the data is based on analyses from 1965 soil mapping of cooperative farm Dolna banya
*Note - the data is based on analyses from 2019 in a field with three crops rotation
** Note - the data is based on analyses from 2019 in a field with permanent crop – raspberries

Данните за химичните свойства за двата повърхностни хоризонта очертават някои тенденции. Реакцията на почвения разтвор от средно кисела до неутрална след дългогодишния период става от средно до слабо кисела (4,7-5,2 в KCl). Тази промяна се дължи на естествени процеси на вкисляване под влияние на води от прилежащата горска растителност, а не на производствена дейност. Поземленият участък е бил с изкуствен ливаден тревостой, който след това става естествена ливада. Почвата обеднява на бази в повърхностния хоризонт, за сметка на това нараства процентния дял по дълбочина, като достига до 78,0%.

При дългогодишното земеползване на площта се установява, че при малиновото насаждение усвоимите форми на азота нарастват, като за хоризонтите до дълбочина 42 cm то е съответно 5,8 mg/kg почва. При липсата на балансирано торене подвижните форми на фосфора и калия намаляват, като по-значимо е то за количеството P_2O_5 – 4,5 пъти при площта с триполно сеитбообращение и около 3 пъти при заетата с малиново насаждение. Допускаме, че при създаване на трайното насаждение е извършено основно торене с фосфор и калий (табл. 6).

Псевдоподзолистите почви в този район се характеризира със силна диференциация по профила. В хумусния хоризонт съдържанието на физична глина и на ил е съответно 18% и 31,9%, докато в преходния B1 хоризонт то е 55,4% и 63,8%. Отличително е и съдържанието на влага при ППВ в преходния хоризонт, а обемната плътност на почвата при ППВ е висока – 1,47 g/cm^3.

Таблица 6. Химични свойства профил № 3, Псевдоподзолисти почви – Долна баня
Table 6. Chemical properties of soil profile № 3, Planosols – Dolna banya

Хоризонт и дълбочина в cm	pH		CaCO3	Наситеност с бази (V%)	mg/kg	mg/100 g		Хумус %
	H2O	KCL			Общ N	P2O5	K2O	
A1A2 0-29	5,8	5,0	0,0	65,6	18,0	8,3	22,6	0,94
a2B 29-42	6,7	5,7	0,0	70,4	16,2	5,4	19,7	0,5
B1 42-75	6,5	5,6	0,0	77,0	9,6	1,2	14,8	0,43
A1A2 0-29*	5,5	4,7	0,0	55,7	16,6	1,8	19,0	1,05
a2B 29-42*	6,2	5,2	0,0	78,0	12,0	0,2	15,6	0,68
B1 42-75*	-	-	0,0	-	-	-	-	-
A1A2 0-29**	5,8	4,9	0,0	62,8	25,3	3,0	20,1	1,01
a2B 29-42**	6,3	5,5	0,0	65,0	20,5	0,6	16,8	0,68
B1 42-75**	-	-	0,0	-	-	-	-	-

Забележка – данните от профилите са от 1965 г. от очерци на ТКЗС Д. Баня
*Забележка – данните са от анализ на проби 2019 г. от нива с триполно сеитбообращение
**Забележка – данните са от анализ на проби 2019 г. трайно насаждение – малини
Note - the data is based on analyses from 1965 soil mapping of cooperative farm Dolna banya
*Note - the data is based on analyses from 2019 in a field with three crops rotation
** Note - the data is based on analyses from 2019 in a field with permanent crop - raspberries

От данните е видно, че Псевдоподзолистите почви освен с ясно изразена текстурна диференциация, се характеризират още с маломощен хумусен хоризонт и кисела реакция на почвения разтвор (табл. 7 и табл. 8). Обработката на тези почви трябва да се извършва в срокове с подходяща влажност, за да се избегнат някои неблагоприятни физико-механични последствия. Орницата може да се удълбочава до 25-30 cm при внасяне на оборски тор и по-високи дози минерални торове. При минерално торене да се дава предимство на торове с физиологически алкални действия.

За подобряване плодородието на Псевдоподзолистите почви, освен увеличаване количеството на органичното вещество при тези почви, е нужно внасяне на оборски тор. Освен това може да се препоръча комбинирано минерално азотно-фосфорно торене. За получаване високи добиви от селскостопанските култури е необходимо предсеитбено торене с високи норми умерени азотни и фосфорни торове. Фосфорните торове да бъдат в гранулирано състояние и внесени една част присеитбено. Обезателно е нужно азотни торове за подхранване на житните култури през пролетта. На по-наклонените места торовете да се загребват, за да се избегне измиване.

Таблица 7. Механичен състав и физични свойства, на профил № 4 - 2004/2017 г. Псевдоподзолисти почви – Ихтиман

Table 7. Soil texture and other physical properties of soil profile № 4 – 2004/2017, Planosols – Ihtiman

Хоризонт и мощност в cm	Механичен състав		Хигроск. влага %	Об. плътност g/cm^3		Относит тегло	Пор-ст ППВ%	ППВ %	ВЗ %
	<0,001	<0,01		ест. W	ППВ				
Аорн.0-18	8,7	18,2	1,15	1,39	1,41	2,66	46,9	16,1	4,9
В120-42	54,3	62,3	7,20	1,61	1,47	2,71	45,8	35,1	24,0
В242-71	48,0	58,9	6,96	1,58	1,56	2,72	42,6	31,7	20,2
В371-95	48,9	58,9	6,50	1,59	1,58	2,72	41,9	28,5	18,5
С195-130	26,1	34,4	4,66	1,66	-	2,71	-	-	-
С2130-180	28,8	37,0	5,39	-	-	2,71	37,1	-	-

При Псевдоподзолените почви от Ихтиман диференциацията в механичния състав е още по-силно изразена отколкото при Лесивираните почви. Количеството на ила в илувиалните хоризонти е от два до четири пъти по-голямо отколкото в орницата. Данните от структурния анализ показват, че сравнително по-добра структура имат целинните горски почви само в повърхностния 10-сантиметров почвен слой. В долните хоризонти количеството на водоустойчивите структурни агрегати рязко намалява. Силно разпрашена е структурата и в подорните хоризонти при разораните почви. Поради това бързо подобряване структурата на тези почви за сметка на подорните хоризонти тук не може да се осъществи. Необходимо е мероприятията да се насочат към обогатяване на обеднените откъм органични и минерални колоиди горски почви за сметка на илувиалните, внасяне на големи количества органични торове, сидерати, тревни смески, варуване и други. Механичният състав и неговата диференциация по профила оказва влияние и върху водно-физичните свойства на горски почви. Те са с плътен строеж и ниска обща порьозност. Общата порьозност даже при навлажняване на почвите до ППВ не е голяма, което се обуславя от особености в минералогическия състав на тези почви. По отношение на водните свойства се наблюдава силна диференциация, която се дължи също така на диференциацията в механичния състав. Орните хоризонти задържат малки количества неусвояема от растенията вода, а илувиалните хоризонт – големи. Тази диференциация, както в механичния състав, така и по отношение на водно-физичните свойства е по-слабо изразена при леко песъкливо-глинестата разновидност.

Голямата плътност и тежкия механичен състав на илувиалните хоризонти затруднява равномерното и плътно навлажняване даже, при продължително заливане на почвата с вода. Почвите са с ниска водопроницаемост. Докато орните хоризонти се преовлажняват илувиалните обикновено не се овлажняват достатъчно. Поради това водните свойства са причина да се създават в почви периодически неблагоприятен въздушен режим. Това особено се отнася за по-тежката

разновидност на псевдооподзолените почви, където почти всички пори се заемат с вода.

Тези характерни особеност на псевдооподзолените горски почви (плътен строеж, неравномерно навлажняване на почвите по дълбочина на профила, лоша аерация, слаба водопроницаемост) могат да се подобрят в значителна степен чрез прилагане на система от агротехнически мероприятия: варуване и обилно торене с оборски тор с разрохкване на плътните илувиални хоризонти. Особено наложително е да се работи за подобряване на водно-физичните свойства на тези почви, когато те ще се напояват, тъй като при напояването неблагоприятното им влияние се проявява още по-рязко.

Поради лекия механичен състав на орните хоризонти и слабата водопроницаемост поливните норми за напояване са сравнително ниски.

При напояване на тези почви трябва да се обърне също така по-голямо внимание на мероприятията за борба с ерозията, която в точи случай ще се развие още по-силно. На площите застрашени най-силно от ерозия могат да се препоръчат наорни тераси, които ще препятстват ерозията на почвите. На по-стръмни склонове, които са пригодени за овощни култури да се изградят стъпаловидни тераси. Обработката на почвите да се извършва по хоризонталите.

Удълбочаването на орницата до 25 cm е необходимо да се извърши постепенно с обръщане на пласта за обогатяване на същата с колоиди за сметка на долните хоризонти.

Таблица 8. Химични свойства Профил № 4, Псевдоподзолисти почви – Ихтиман
Table 8. Chemical properties of soil profile № 4, Planosols – Ihtiman

Хоризонт и дълбочина в cm	pH		Карбонати %	Наситеност с бази (V%)	mg/kg	mg/100 g		Хумус %
	H2O	KCL			Общ N	P2O5	K2O	
A_1орн.0-18	5,0	4,00	0,0	69,20	54,70	9,20	10,70	2,90
$B_1$18-44	4,90	3,90	0,0	59,60	45,50	8,50	9,70	2,00
$B_2$44-62	5,70	4,40	0,0	57,45	21,30	8,70	9,30	2,30
$B_3$62-85	5,70	4,50	0,0	56,90	28,20	5,60	6,40	2,20

Изхождайки от агрохимическите показатели трябва да се отбележи, че за да се повиши плодородието им, наред с другите агрохимически мероприятия трябва да се прилага торене, както с органични торове, така и с изкуствени азотни, фосфорни и калиево торове. Поради киселата почвена реакция е необходимо и варуване. Варуването трябва да предшества или да се съчетае с другите агромероприятия. Варуването може да се извърши неколкократно. Необходимо е да се отбележи, че поради леко песъкливо-глинестия механичен състав на псевдоподзолистите почви има опасност от измиване на азотните торове при пролетно подхранване. Ето защо, необходимо е да се съчетае брануването особено по склоновете, поради киселата реакция на проучваните почви с използване на алкални азотни торове – варова селитра, карбамид и почти неутрална селитра. Торене с амониев сулфат да се набляга, за да се предпази почвата от по-силно вкисляване.

За подобряването на неблагоприятния азотен режим е правилно да се извърши азотно торене. Ранно пролетно подхранване на пролетниците с алкални азотни торове ще даде добър ефект при тези почви. Суперфосфатът трябва да се внася в гранулирано състояние, за да се повиши коефициентът на използването му от растенията. Необходимо е фосфорните торове да се внасят само на фона на азотното торене или в комбинация с оборски тор. Може да се изпита торене с лумбрикомпост , или извлеци от пресен оборски тор .

Като калиев тор препоръчително е да се използва растителна пепел понеже за някои калиеволюбиви растения няма да е достатъчно наличието на калия в почвата, особено когато се налагат по-високи добиви от слънчоглед и други.

Ефектът от торенето обаче ще бъде висок при подходяща агротехника, когато се съхранява достатъчно количество влага.

Заключение

От генетико-диагностична точка е важно да се подчертае, че за 50- годишен период изследваните почви са придобили таксономичния признак – окултурени, което устойчиво утвърждава в изследваните котловини отглеждането на отделни култури с научно обоснована ротация, торене, варуване и обработка на почвата.

От проведеното изследване за района на Долнобанската котловина се установи, че за дългогодишен период са настъпили промени в повърхностните почвени хоризонти на всички проучени различия на Лесивираните почви, в зависимост от начина на земеползване. Дългогодишното въздействие и спорадичната производствена дейност върху тези почви не са оказали въздействие върху механичния състав. Съдържанието на хумус намалява с 0.11%. От направения агрохимичен анализ се установява, че подвижните форми на азота в обработваемите слоеве е понижено с 4-5 mg/kg почва, а това на усвоимия фосфор 2,5 пъти. Установява се нарастване на усвоимите форми на калия в повърхностния хоризонт, което вероятно се дължи на органичните остатъци от сламата на отглежданите житни култури. При Псевдоподзолистите почви, земеползването не дава отражение върху механичния състав. Усвоимите форми на фосфор и калий намаляват по-значително при площта, върху която се прилага триполно сеитбообращение наситено с житни култури със слята повърхност.

От експеримента проведен в района на Ихтиманската котловина се установява, че с поддържането на почвата в плодосменна система, чрез сеитбообращение на житни култури и картофи и внасяне периодично на оборски тор, се подобрява съдържанието на усвоими форми на азот и калий. При угарно окопната система – отглеждане на храстовидни култури с внасянето на оборски тор и ежегодното заораване на растителна биомаса се подобрява съдържанието и на трите макро елемента – азот, фосфор и калий. От изследването се установи, че за дългогодишен период настъпват доказани видими промени във физикохимичните и агрохимичните свойства на Лесивираните почви и Псевдоподзолистите почви.

Литература

Донов, В., Св. Генчева, К. Йорова. 1974. Ръководство за упражнения по горско почвознание. Изд. Земиздат. 47-205 с.

Иванов, П., 1984. Нов ацетатно - лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий в почвата.Почвознание и агрохимия No3,

Йолевски, М. К. Мачева, Ив. Бъчварова, Т. Дишовски**.** 1959. „Почвена характеристика на землището на гр.Ихтиман– Софийска област”, архив на ИП „Н. Пушкаров”, С.

Йолевски, М. А. Хаджиянакиев, Й. Стайков, В. Златанова, С. Станимиров. 1974. „Почвена характеристика на землището на гр.Долна Баня– Софийска област”, архив на ИП „Н. Пушкаров”, С.

Пенков, М., Ю. Димитрова, И. Христов, И. Козаров. 1981.Ръководсво по Почвознание. ДИ Техника. София. 203 с.

Blum, W. 2005. Indicators of sustainable use of soil resourcesProceedings of National conference with international participation “Management, use and protection of soil resources, Sofia, pp. 15-22.

Cools N., De Vos B**.** 2010. Sampling and Analysis of Soil. Manual Part X Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, UNECE, ICP Forests, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1. pp. 45 – 70. [http://www.icp-forests.org/Manual.htm]

Kinoshita, R., Schindelbeck, R. & van Es, H**.** 2017. Quantative soil profile – scale assessment of the sustainability of long–term maize residue and tillage management.Soil and Till. Research,174,34–44

Ninov, N., T. Andonov, I. Kolchakov, M. Teoharov. 1985 . Calcification, diagnostics and problems of mountain soils in Bulgaria. International Conference on the Classification and Use of Soils from Mountain Areas. Sofia, 40-52.

Penkov, M. 1983. Soils in Bulgaria. Conservation and improvement. Publishing House Science and Society, Sofia, 224.

Teoharov, M. et al. 2019. Genetic and applied classifications for soils and lands in Bulgaria. Bulgarian Soil Science Society, Monograph, pp. 212, 2019 ISBN 978-619-90414-3-7 Sofia, 2019 (in Bulgarian).

ISO. 11261:1995 Soil quality — Determination of total nitrogen — Modified Kjeldahl method.

СТАБИЛНОСТ НА СЪОТНОШЕНИЕТО ЛИНАЛОЛ И ЛИНАЛИЛАЦЕТАТ В ЕТЕРИЧНОТО МАСЛО НА БЪЛГАРСКИТЕ СОРТОВЕ ЛАВАНДУЛА

Станко Станев, Десислава Ангелова

Институт по розата и етеричномаслените култури – Казанлък,
Селскостопанска Академия
sdstanev@abv.bg

Резюме

През периода 2010-2020 г. беше извършено проучване върху съдържанието на линалол и линалилацетат в етеричните масла получени от всички български сортове лавандула /Lavandula angustifolia Mill./. Линалолът и линалилацетатът са основни съставки, които определят качеството на етеричното масло. В типичното българско лавандулово масло съотношението между тях трябва да бъде 0,7-0,8 към 1 в полза на линалилацетата.

С разширяване ареала на разпространение, липсата на научно обоснована сортова структура и поставянето на тази култура в нетипичните за нея условия на отглеждане се увеличи значително делът на етерични масла, в които линалолът е преобладаващ компонент.

В резултат на нашето проучване беше установено, че промяната в съотношението линалол - линалилацетат е сортова особеност пряко свързана с условията на отглеждане и прибиране. Сортовете могат да бъдат разделени условно на три групи: сортове, които често променят съотношението линалол - линалилацетат – Карлово, Дружба, Рая и Севтополис; сортове, за които е характерно по-стабилно съотношение линалол - линалилацетат - Хемус и Хебър; сортове, които не променят съотношението линалол - линалилацетат – Юбилейна.

Ключови думи*:* лавандула */Lavandula angustifolia Mill./,* етерично масло, линалол, линалилацетат

STABILITY OF THE RATIO BETWEEN LINALOOL AND LINALYL ACETATE IN THE ESSENTIAL OIL OF BULGARIAN LAVENDER VARIETIES

Stanko Stanev, Desislava Angelova

Institute for roses and aromatic plants – Kazanlak,
Agricultural Academy

Abstract

During the period 2010-2020 a study was conducted on the content of linalool and linalil acetate in the essential oils obtained from all Bulgarian varieties of lavender /Lavandula angustifolia Mill./. Linalool and linalil acetate are the main ingredients that determine the quality of the essential oil. In the typical Bulgarian lavender oil the ratio between them should be 0.7-0.8 to 1 in favor of linalil acetate.

With the expansion of the distribution area, the lack of a scientifically substantiated varietal structure and the placement of this crop in atypical growing conditions, the share of essential oils in which linalool is the predominant component has significantly increased.

As a result of our study, it was found that the change in the ratio of linalool – linalil acetate is a varietal feature directly related to the conditions of cultivation and harvesting. The varieties can be conditionally divided into three groups: varieties that often change the

ratio of linalool - linalil acetate - Karlovo, Drujba, Raya and Sevtopolis; varieties characterized by a more stable ratio of linalool – linali acetate - Hemus and Hebar; varieties that do not change the ratio of linalool – linalil acetate - Jubilejna.

Keywords: lavender /*Lavandula angustifolia Mill.*/, essential oil, linalool, linalil acetate

Въведение

През последното десетилетие производството на лавандулово масло в Република България се повишаваше непрекъснато. Насажденията от лавандула се увеличиха, както в традиционните райони на отглеждане – Казанлъшки, Карловски, Южно-Средногорски, Варненски, Стрелчански, Разложки и Шуменски (Irinchev and Bozhkov, 1970), така и в много други, повече или по-малко подходящи за отглеждането ѝ. Към настоящия момент в област Добрич се произвеждат над 60 % от лавандуловото масло за страната. Значителни площи бяха създадени и в областите Силистра, Русе, Велико Търново, Плевен, Враца, Бургас и Ямбол. Разнообразието на почвено - климатичните условия и сортовия състав в тези райони доведе до изключително голямо разнообразие и в състава на етеричните масла получени там. В Северна България, за разлика от Южна, бяха постигнати много високи добиви, но много често с качество неотговарящо на стандарта за българско лавандулово масло. Много от популациите и някои сортове там синтезираха значителни количества линалол, далече над стандарта и много ниски на линалилацетат (с 10-12 пункта под долната граница).

Химичният състав на българските сортове лавандула, които се разпространяват в момента е изследван от Konakchiev (2015), като е дестилиран свеж лавандулов цвят в пълен цъфтеж (75%). Установено е, че разликите между сортовете се дължат на генетичната им разнородност. Отглеждането на различни сортове лавандула трябва да бъде според изискванията на пазара и възможностите от етеричното им масло да се изготвят типизирани партиди с определени физични и химични показатели и мирисова характеристика (Stoyanova and Balinova, 2018).

В предишно наше изследване бяхме установили, че между съдържанието на линалола и линалилацетата в етеричното масло получено от българските сортове лавандула има най-висока корелативна зависимост. Увеличението на линалола с единица води до намаляване на съдържанието на линалилацетат средно с 0,6% (Stanev, 2010). Мирисът на лавандуловото масло зависи в най-голяма степен от съотношението между неговите съставки. Българските масла с най-висока мирисова оценка са със съотношение лилалол-линалилацетата 0,7-0,8:1 (Stoyanov and Paunkova, 1975).

Целта на проучването е да се установи стабилността на съотношението на линалол - линалилацетат в етеричното масло на българските сортове лавандула, за да може да се изработи ефективна сортова структура за всеки от лавандулопроизводителните райони на страната.

Материали и методи

Изследването беше проведено през периода 2010-2020 година в три екологични района – Казанлъшки (2010-2014), Добрички и Ямболски (2016-2020). Включени бяха всички признати и районирани до 2020 година български сортове: Карлово, Хемус, Дружба, Юбилейна, Севтополис, Хебър и Рая.

Насажденията включващи тези сортове бяха създадени и отгледани в съответствие с прилаганата в страната технология за производство на лавандулов цвят. Прибирането се извършваше в края на цъфтежа от 75 до 100 %.

Етеричните масла са дестилирани чрез парна дестилация. Химичният състав е определен чрез газ-хроматографски анализ. Стойностите на линалола и

линалилацетата са сравнявани с тези записани в стандарта за българско лавандулово масло (БДС ISO 3515:2002).

Резултати и обсъждане

Известно е, че съдържанието на лавандулово масло и неговия химичен състав се влияят от изключително много фактори.

В таблица 1 са представени средните стойности за период от пет години на линалола и линалилацетата в лавандуловите масла получени от района на Казанлъшкото поле. Всички сортове са представени в три групи в зависимост от стабилността на съотношението линалол-линалилацетат. В първата група се включват сортове, които често променят това съотношение – Карлово, Дружба, Рая и Севтополис. Съдържанието на линалол при сорт Карлово е с високи стойности - 35-38 % през всички години на изследване, а линалилацетатът се отличава с по-голямо разнообразие, като само през 2010 и 2012 година е със стойност превишаваща тази на линалола. Относително високи стойности на линалол има и сорт Дружба – до 44 %. Тази съставка превишава линалилацетата през всички години на изследване с изключение на 2014 година. Аналогично е положението при сорт Рая, където само през първата година на изследването линалилацетатът превишава линалола. Един от най-разпространените в практиката сортове е Севтополис. Той се отличава с лесно размножаване, мощно развитие и изключително високи добиви. При него обаче съдържанието на линалол е в значително по-големи количества от линалилацетата независимо от конкретните климатични условия през отделните години. Линалолът в етеричното масло варира от 31 до 36%, а линалилацетатът от 27 до 32%.

Сортовете, които имат по-стабилно съотношение между изследваните съставки са Хемус и Хебър. За целия изследван период сорт Хебър само през 2014 година и сорт Хемус през 2011 година „обръщат“ съотношението линалол – линалилацетат в полза на линалола. Със изключително стабилно съотношение характерно за висококачествените български лавандулови масла е това получено от сорт Юбилейна. Съдържанието на линалол е в границите от 23 до 26%, а на линалилацетат от 32 до 38%.

Същото проучване е проведено на по-късен етап, през периода 2016-2020 година в други два екологични района – Добрич и Ямбол.

Получените данни в област Добрич (таблица 2) са аналогични на тези получени в Казанлъшкия район с тази разлика, че при почти всички сортове имаме завишени стойности на линалола и понижен синтез на линалилацетат. Като основна причина за тази разлика може да се посочат твърде различните почвено-климатични условия. Богатите и влагоемни почви в Североизточна България и високата въздушна влажност по време на прибирането през последните няколко години в този район, влошиха значително качеството на получените етерични масла.

Карлово, Дружба и Рая само през две от петте години на изследване имат съдържание на линалилацетат по-високо от линалола. Стойностите на линалола при сорт Рая са около границата от 40% при максимална записана в стандарта от 32%. И в този район сорт Севтополис синтезира значително по-ниско съдържание на линалилацетат, което през 2020 година достига стойност под 20% при минимално изискване на стандарта 30%.

При сортовете, които се отличават с по-стабилно съотношение на изследваните съставки Хемус и Хебър само през 2018 и 2020 година се наблюдава обръщане на съотношението линалол - линалилацетат в полза на линалола.

И в този район имаме изключителна стабилност на основните химични показатели при сорт Юбилейна. Границите на вариране са от 25 до 27% на линалола и от 30 до 36% на линалилацетата през всяка една година на изследване.

Най-благоприятно съотношение на линалол към линалилацетат се наблюдава в етеричните масла получени в най-южните райони на Ямболска област. Районът се отличава с дълго и сухо лято, с температури над средните за страната, с леки по механичен състав песъчливо-глинести почви. За разлика от останалите два изследвани района получените масла от сорт Карлово имат по-благоприятно съотношение линалол-линалилацетат, като само през 2017 година имаме така наречените „обърнати“ показатели. Още по-добри резултати се наблюдават при сорт Дружба, където линалилацетатът е от 2 до 12 пункта по-висок от линалола през четири от петте години на проучването.

Двата показателя имат най-висока вариабилност при сорт Рая. Линалолът варира от 29 до 41%, а линалилацетатът от 27 до 41%, като неговото съдържание е по-високо само през 2016 и 2020 година.

Както и в другите екологични райони при сорт Севтополис линалолът превъзхожда по съдържание линалилацетатът, но с малки разлики в границите от 1 до 3%.

Хебър и Хемус както и в другите райони са със стабилно съотношение, като само при Хебър през 2016 и при Хемус през 2017 година линалолът има по-високо съдържание от линалилацетата.

Независимо от различията на почвено-климатичните условия на Добричкия и Ямболския район сорт Юбилейна през всичките години на изследване има благоприятно съотношение 0,7:1 линалол-линалилацетат, което не се променя – линалол от 24 до 26% и линалилацетат от 34-37%.

Таблица 1. Стойности на химичните компоненти линалол и линалилацетат на лавандулови масла получени в района на Казанлъшкото поле през периода 2010-2014 година

Table 1. Values of the chemical components linalool and linalil acetate of lavender oils obtained in the region of the Kazanlak field in the period 2010-2014

сорт variety	2010		2011		2012		2013		2014	
	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Сортове, които често променят съотношението линалол – линалилацетат Varieties that often change the ratio of linalool – linalil acetate										
Карлово Kalovo	35	37	38	36	35	37	38	28	35	32
Дружба Drujba	38	25	40	30	38	25	44	23	30	33
Рая Raya	34	35	43	29	47	25	42	30	45	36
Севтополис Sevtopolis	32	29	35	32	32	27	31	28	36	27
Сортове, с по-стабилно съотношение линалол – линалилацетат Varieties with a more stable ratio of linalool – linalil acetate										
Хебър Hebar	30	36	30	37	34	38	34	35	32	30
Хемус Hemus	34	37	35	29	34	37	37	39	34	36
Сортове, които не променят съотношението линалол – линалилацетат Varieties that do not change the ratio of linalool to linalil acetate										
Юбилейна Jubilejna	23	37	23	36	23	37	26	32	24	38

Таблица 2. Стойности на химичните компоненти линалол и линалилацетат на лавандулови масла получени в района на Добрич през периода 2016-2020 година

Table 2. Values of the chemical components linalool and linalil acetate of lavender oils obtained in the region of Dobrich in the period 2016-2020

сорт	2016		2017		2018		2019		2020	
	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	Линалил ацетат linalil acetate
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Сортове, които често променят съотношението линалол – линалилацетат Varieties that often change the ratio of linalool – linalil acetate										
Карлово Kalovo	38	36	34	32	35	37	38	30	30	34
Дружба Drujba	27	32	30	29	29	34	37	32	32	30
Рая Raya	31	35	41	27	29	40	38	31	40	32
Севтополис Sevtopolis	36	24	39	21	33	22	37	25	36	19
Сортове, с по-стабилно съотношение линалол – линалилацетат Varieties with a more stable ratio of linalool – linalil acetate										
Хебър Hebar	24	38	31	33	26	40	32	36	37	32
Хемус Hemus	32	36	35	38	37	37	35	37	36	34
Сортове, които не променят съотношението линалол – линалилацетат Varieties that do not change the ratio of linalool to linalil acetate										
Юбилейна Jubilejna	26	34	27	30	26	36	26	29	25	35

Таблица 3. Стойности на химичните компоненти линалол и линалилацетат на лавандулови масла получени в най-южните райони на Ямболска област през периода 2016-2020 година

Table 3. Values of the chemical components linalool and linalil acetate of lavender oils obtained in the southernmost regions of Yambol region in the period 2016-2020

сорт	2016		2017		2018		2019		2020	
	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол - linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate	линалол linalool	линалил ацетат linalil acetate
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Сортове, които често променят съотношението линалол – линалилацетат Varieties that often change the ratio of linalool – linalil acetate										
Карлово Kalovo	34	38	38	36	35	38	34	34	35	38
Дружба Drujba	30	36	32	29	30	34	31	43	32	34
Рая Raya	30	33	41	27	36	34	40	35	29	41
Севтополис Sevtopolis	29	28	29	27	34	31	32	30	30	27
Сортове, с по-стабилно съотношение линалол – линалилацетат Varieties with a more stable ratio of linalool – linalil acetate										
Хебър Hebar	32	30	32	32	25	37	23	44	25	36
Хемус Hemus	36	41	43	37	36	43	35	42	34	36
Сортове, които не променят съотношението линалол – линалилацетат Varieties that do not change the ratio of linalool to linalil acetate										
Юбилейна Jubilejna	24	34	25	35	26	36	24	37	24	36

Заключение

В резултат на нашето проучване беше установено, че промяната в съотношението линалол - линалилацетат е преди всичко сортова особеност в една или друга степен пряко свързана с условията на отглеждане и прибиране. Сортовете могат да бъдат разделени условно на три групи: сортове, които често променят съотношението линалол - линалилацетат – Карлово, Дружба, Рая и Севтополис; сортове, за които е характерно по-стабилно съотношение линалол - линалилацетат - Хемус и Хебър; сортове, които не променят съотношението линалол - линалилацетат – Юбилейна.

Получените резултати могат да бъдат използвани за изработване на ефективна сортова структура за всеки един от лавандулопроизводителните райони на страната.

Литература

Irinchev, I., A. Bozhkov. 1970. Bulgarian lavender oil, Lavandovay konkret I lavandovoe absolyu, MBI, № 6, 24-27.

Konakchiev, A. 2015. Essential oils of varieties Lavandula angustifolia Mill. and species of the genus Achillea L., Disertatsiya, BAN, Sofia.

Stanev S. 2010. Correlation between the main components of essential oils in lavender /Lavandula angustifolia Mill./, Nauchni trudove , Tom IV, chast II, Kardzhali, 219-224.

Stoyanov E., T. Paunkova. 1975. Comparative evaluation of the economic qualities of the lavender varieties with a view to their cultivation industrial lavender massif, Sbornik materiali Vtora natsionalna konferentsiya “Problemi na kozmetichnoto I parfyumeriynoto proizvodstvo”, Varna, 377-383.

Stoyanova, A. Balinova. 2018. Lavender. Obtaining essential oil products in Bulgaria, Plovdiv, ISBN: 978-954-24-0310-4.

РАДИОЛОГИЧЕН СТАТУС НА МИНЕРАЛНИ ВОДИ ОТ ИЗВОРИ В И ОКОЛО ГРАД СОФИЯ

Радослава Лазарова*, Милена Христозова

Изпитвателна лаборатория по радиоекология и радиоизотопни изследвания ИПАЗР „Н. Пушкаров“, Селскостопанска Академия
lazarova.radi@gmail.com

Резюме

Настоящото изследване представя резултатите от радиологичния анализ на минерални води от извори в и около град София като част от цялостния мониторинг на питейните води в България. Определени са съдържанието на радон, естествен уран, обща алфа и бета активност в изследваните води.

Концентрацията на естествен уран, обща алфа и бета активност във всички води отговарят на изискванията към радиологичните качества на минералните води, определени в националното законодателство. Съдържанието на радон-222, измерено във водите, не надвишава референтните нива, посочени в наредбата за питейни води.

В резултат от така проведеното проучване може да се заключи, че консумацията на изследваните натурални минерални води не представлява опасност за човешкото здраве от радиологична гледна точка.

Ключови думи: радиоактивност на минерални води, съдържание на уран, радон-222, обща алфа и бета активност

RADIOLOGICAL STATUS OF MINERAL WATERS FROM SPRINGS IN AND AROUND SOFIA CITY

Radoslava Lazarova*, Milena Hristozova

Testing Laboratory for Radioecology and Radioisotope Research, Nikola Pushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
lazarova.radi@gmail.com

Abstract

The study presents the results from the radiological analysis of mineral waters from springs in and around Sofia city as part of the overall monitoring of drinking waters in Bulgaria. Content of radon, natural uranium, gross alpha and beta activity in the studied waters were determined.

Uranium concentration, gross alpha and beta activity in all samples complied with the radiological requirements set out in national legislation on mineral waters. Activity concentration of radon, measured in the waters, did not exceed the reference values, specified in the regulations on drinking waters.

It can be concluded from the results obtained, the consumption of the studied mineral waters does not pose a risk to human health from radiological point of view.

Key words: radioactivity of mineral waters, uranium content, radon-222, gross alpha and beta activity

Въведение

България се отличава с голямо разнообразие от минерални води. По-голямата част от тях са слабоминерализирани със съдържание на соли по-малко от 1 g/l. Това ги прави и изключително подходящи за ежедневна употреба като питейни води. В същото време радиоактивността на водите се определя от нормалното присъствие на следи от естествените радионуклиди от уран- радиевото и ториевото семейство, чието наличие в концентрации по-високи от допустимите обаче, може до доведе до опасност за човешкото здраве. В тази връзка мониторингът на радиологичните характеристики на минералните води, наред с този на питейните, е съществен поради факта, че основното количество от погълнатата доза радиоактивно лъчение при човека, се формира от консумацията на вода.

Мониторингът на питейните води се базира на определяне на концентрациите на естествени и техногенни радионуклиди в тях. Тези показатели са динамични и зависят от редица фактори като процеси на ерозия, количество валежи, процеси на разтваряне от водоносните хоризонти и др., което налага техният мониторинг да бъде регулярен.

В националното законодателство тази сфера е регламентирана с Наредба 9 от 16.03.2001г., изм. и доп. 12.12.2014 г. за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели и Наредба от 03.08.2004 г. за изискванията към за бутилираните натурални минерални, трапезни и изворни води, предназначени за питейни цели.

В настоящото проучване е направен анализ на радиологичните характеристики на минерални води, взети от извори около и в София – град, които най-често се използват за питейни нужди, за да се направи оценка на риска от дозово натоварване за населението при консумацията на изследваните води.

Материали и методи

Пробовземане

Минералните води, обект на настоящото изследване, са от минерални извори в и около град София, които най-масово се използват от населението за наливане на вода за питейни цели. Хидрогеоложките характеристики на находищата и химичния състав на водите са представени по-долу по данни от Регистъра на издадените сертификати за минерална вода (Министерство на здравеопазването, 2021 г.)

Рударци – община Перник

Находището на минерална вода в с. Рударци е от пукнатинно жилен тип, формирано в скалите на Витошкия плутон на границата с Пернишкия грабен. Водите на находището са с плитка циркулация и се формират от атмосферната инфилтрация на валежите в пукнатинно-жилната зона на Витошкия плутон в дълбочина. Подхранването е за сметка на атмосферните валежи. Колектор на минералните води са палеогенските седименти, представени от тънкослойни аргилити, глинести мергели с прослойки от пясъчници и Кватернерни седименти.

Общата минерализация на водата е 270 mg/l. Характеризира се като хипотермална (28°), ниско минерализирана, сулфатно-хидрокарбонатна натриева вода без санитарно химични и микробиологични признаци на замърсяване.

София – Княжево

Находището на минерална вода е разположено в югозападната покрайнина на Софийската котловина. Минералната вода се формира в напорна водообменна система от пукнатинно-жилен тип в ефузивните скали – андезити и пирокласти с горнокредна възраст в масива на Люлин планина и Витошкия плутон. Водата е с инфилтрационен произход. Подхранването се осъществява за сметка на

атмосферните валежи. Колектор на минералната вода са ефузивните скали – андезити, андезитови брекчи, андезитови туфи и туфити.

Водата е хипотермална (31°C), pH 9,5 с обща минерализация 0,138 g/l, съдържаща хидрокарбонатни, сулфатни и натриеви йони и метасилициева киселина в колоидално състояние.

София – Централна баня

Минералният извор в центъра на София е известен и използван още от древността. Появата му сред равнината е обусловено от наличието на високо издигнат блок от андезитити на дълбочина 30 m под повърхността. Водата излиза по пресичащи се пукнатини. Каптажът е с дълбочина 30 m.

Минералната вода се характеризира като хипертермална (45°C), pH 9,3 с обща минерализация 0,28 g/l, съдържаща хидрокарбонатни, сулфатни и натриеви йони, метасилициева киселина в колоидално състояние.

София – Горна баня

Минералната вода се формира в напорна водообменна система от пукнатинно – жилен тип, развита в югоизточния дял на Люлин планина. Масивът на планината е изграден от ефузивни скали, представени от амфиболови андезити, трахиандезити, андезитови туфи, туфобрекчи и андезитобазалти.

Подхранването се осъществява за сметка на атмосферните валежи.

Водата се характеризира като хипертермална (42°C), ниско минерализирана с обща минерализация 0,15 g/l, съдържаща хидрокарбонатни, сулфатни и натриеви йони, метасилициева киселина в колоидално състояние.

Банкя

Находището е разположено в северните поли на Люлин планина. Формиращата среда е е напорна водообменна система от пукнатинно жилен тип, развита в северната част на Люлин планина и донеозойската подложка на югозападната покрайнина на Софийската котловина, изградени от ефузивните скали – амфиболитови андезити, трахиандезити, андезитови туфи, туфобрекчи и андезитобазалти.

Минералната вода е с атмосферно инфилтрационен произход. Подхранването се осъществява за сметка на атмосферните валежи.

Водата е хомотермална (36°C), pH 9,6 с обща минерализация 0,28 g/l, съдържаща хидрокарбонатни, сулфатни, калциеви и натриеви йони, и метасилициева киселина в колоидално състояние.

Панчарево

Находището се намира на 12,5 km югоизточно от центъра на гр. София, между Витоша и Лозенска планина, в края на Панчаревския пролом на река Искър. Формиращата среда са среднотриаските варовици и доломити на Искърската карбонатна група. Отнася се към разломно- пукнатинните водоносни системи. Минералната вода е с с атмосферно-инфилтрационен произход с директна инфилтрация на валежни и повърхностни води.

Общата минерализация на водата е 0,47 g/l. Характеризира се като хипертермална (48°C), ниско минерализирана, хидрокарбонатна калциево магнезиева вода.

Овча купел

Находището представлява водно тяло от пукнатинно-карстов тип. Водоместващите скали, представени от среднотриаски варовици и доломити, се намират в близост до границите на софийската котловина и оградните планини Витоша и Люлин. Подхранването се осъществява във високите части на оградните планински масиви. Циркулацията на водата е дълбока и продължителна.

Общата минерализация на водата е 1,210 g/l. Характеризира се като хипотермална, минерализирана, сулфатно хидрокарбонатна калциево-натриева вода, съдържаща флуорид.

Радиологичен анализ

Лабораторията по радиоекология и радиоизотопни изследвания към ИПАЗР «Н. Пушкаров» е акредитирана от ИА “БСА” за определяне съдържанието на радиоактивни елементи във води почви, растения, храни и хранителни продукти в съответствие със стандарт BDS EN ISO/IEC 17025:2018.

Съдържанието на естествен уран в минералните води беше определено по разработена и валидирана в Лабораторията методика, базирана на принципа на образуване на комплекс на четиривалентния уран с арсеназо III и измерване на екстинцията на получените цветни разтвори с помощта на спектрофотометър при дължина на вълната 655 nm.

Концентрацията на радон беше измерена гама-спектрометрично по линията на дъщерния продукт Bi-214 при 609 keV в съответствие със стандарт за определяне на радон във води БДС EN ISO 13164-2:2020. Използваната гама-спектрометрична система, производство на Canberra USA, включва: коаксиален детектор от свръхчист германий с относителна ефективност 30% и енергетично разрешение 1.8 keV на линията на ^{60}Co при 1332 keV, многоканален анализатор (MCA) “Canberra” и нискофонова защитна камера.

Съдържанието на обща алфа и бета-активност във водите беше определено в съответствие със стандартите BDS EN ISO 9696/2017 и BDS ISO 9697/2019 съответно и се базира на приготвяне на планшета със сух остатък от аликвотна част от водната проба и радиометриране на нискофонова броячна апаратура.

Резултати и обсъждане

Резултатите от проведеното изследване са представени в Таблица 1.

Таблица 1. Радиологични характеристики на изследваните минерални води
Table 1. Radiological characteristics of studied mineral waters

№	Място на пробовземане	Радон	Естествен уран	Обща алфа активност	Обща бета активност	Обща индикативна доза
		Bq/l	mg/l	Bq/l	Bq/l	mSv/year
1	Рударци	25 ± 5	0,005 ± 0,001	0,031 ± 0,006	≤ 0,02	≤ 0,1
2	Княжево	10 ± 3	0,003 ± 0,001	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,1
3	Горна Баня (чешма до Околовръстно шосе)	18 ± 4	0,003 ± 0,001	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,1
4	Горна Баня (чешма до Банята)	≤ 10	0,004 ± 0,001	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,1
5	Банкя (чешма в центъра)	≤ 10	0,005 ± 0,001	≤ 0,01	0,029 ± 0,006	≤ 0,1
6	Банкя (чешма до Център за бутилиране)	≤ 10	0,003 ± 0,001	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,1
7	Централна баня	25 ± 5	0,005 ± 0,001	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,1
8	Панчерево	20 ± 4	0,007 ± 0,001	0,048 ± 0,010	0,088 ± 0,018	≤ 0,1
9	Овча Купел - плаж	12 ± 3	0,006 ± 0,001	0,344 ± 0,069	0,278 ± 0,056	-

Радон

В наредбата за минералните води не са посочени параметрични стойностти за радон, вероятно тъй като що се отнася до бутилираните води, концентрация на радон в тях обикновено е ниска, тъй като периодът на полуразпад на радона (3.8 дни) е много по-кратък от времето от момента на бутилиране до достигането на водата до потребителите. Освен това загуби на радон може да има и при самия процес на бутилиране. Не е такъв случаят обаче, при директното наливане на минерална вода от извора и последваща консумация на водата от населението. (Di Carlo, et al., 2019). Ето защо в настоящата разработка концентрацията на радон в изследваните води беше анализирана в съответствие с разпоредбите за питейните води.

Получените резултати показват, че съдържанието на радон е ≤ 10 ÷ 25 Bq/l, като във всички води е по-ниско от параметричната стойност от 100 Bq/l. В три от водите то е под минималната детектируема активност (MDA) от 10 Bq/l.

При сравнение на резултатите с тези за минерални води от други райони на страната, като напр. Момин проход (1595 Bq/l) (Pressyanov et al., 2007), Нареченски бани (613Bq/l), Павел баня (428 Bq/l) и Велинград (222 Bq/l) (Ivanova et al., 2021), може да се заключи, че съдържанието на радон в минералните води около и в град София е ниско.

Уран, обща алфа и бета активност

Максималната стойност на естествения уран съгласно Наредбата за минералните води е 0,06 mg/l. За общата алфа и бета активност контролните нива са съответно 0,5 и 1 Bq/l. В Наредбата за питейните води, в която се прави допускането за консумация на 730 l вода на година, максимално допустимата концентрация на уран е 0,03 mg/l, а контролните нива за обща алфа и бета активност 0,1 и 1 Bq/l, съответно.

От получените резултати се вижда, че при всички изследвани води концентрацията на уран не надвишава максимално допустимата стойност, както съгласно Наредбата за минералните води, така и съгласно тази за питейните. Стойностите са от 0,003 до 0,007 mg/l със средна стойност 0,005 mg/l. Изчисленото стандартно отклонение е 0,001 mg/l, което показва, че не се наблюдават съществени разлики по отношение на съдържанието на естествен уран във водите от изследвания район.

Съдържанието на алфа активност е между ≤ 0,01 (MDA) и 0,34 Bq/l, а на бета активност между ≤ 0,02 и 0,28 Bq/l, което е в рамките на контролните нива, съгласно Наредбата за минерални води. Само в една вода, тази от Овча купел (0,34 Bq/l), общата алфа активност е по-висока от контролното ниво за питейни води. Тази относително по-висока стойност на алфа активността вероятно може да се обясни с по-голямата минерализация и абсорбция на радионуклиди в минералните води, в сравнение с повърхностните (Sánchez et al., 1999).

Циркулацията на минералната вода от Овча Купел във водовместващите скали е по-дълбока и продължителна от тази, установена при останалите води, което вероятно води и до по-високата и минерализация. Количеството на измерените във водата соли беше е 1,306 g/l, докато при останалите води беше между 0,156 и 0,391 g/l. Зависимостта между количеството соли в сухия остатък и съдържанието на алфа активност в минерални води е отбелязана и от други автори (Rusconi et al., 2004), като установената корелацията е по-голяма при водите с по-висока активност и по-слаба при тези с по-ниска.

При обща алфа и бета активност под контролните нива се приема, че индикативната доза е по-ниска от параметричната стойност от 0,1 mSv/year и не е необходимо допълнително радиологично проучване. При всички изследвани минерални води, с изключение на тази от Овча Купел, индикативната доза, която е очакваната ефективна доза за една година на поглъщане, получена като резултат от

всички радионуклиди, чието наличие е установено във водата, е по-ниска от параметричната стойност. В тази връзка може да се заключи, че изследваните води не са опасни от радиологична гледна точка.

При водата от Овча Купел трябва да се проведат допълнителни изследвания, за да се установи на какви други алфа лъчители се дължи по-високата концентрация на алфа активност, тъй като при анализа на получените резултати, беше устновено, че съдържанието на определения уран не е достатъчно, за да оправдае цялата алфа активност на водата. Традиционно тази вода се използва основно за външна балнеология и балнеопрофилактика. Честата употреба на водата за питейни цели не се препоръчва, както поради високата минерализация, така и вследствие на установената по-висока алфа активност от посочената в Наредбата за питейни води.

Заключение

Установен е радиологичният статус на най-често използваните за питейни и рекреационни цели минерални води в и около град София. Съдържанието на радон, естествен уран, обща алфа и бета активност в по-голямата част от изследваните води отговаря на изискванията, посочени в Наредбата за минералните води, както и на по-консервативните такива от Наредбата за питейните води. Само в една вода, тази от Овча Купел, общата алфа активност е по-висока от контролното ниво за питейни води, което вероятно се дължи на по-високата минерализация и по-дълбоката и продължителна циркулация във водоместващите скали.

В резултат на проведеното проучване, може да се заключи, че изследваните минерални води не са опасни за човешкото здраве от радиологична гледна точка.

Литература

BSS EN ISO 9696:2017 Water quality - Gross alpha activity - Test method using thick source (ISO 9696:2017).

BSS EN ISO 9697:2019 Water quality - Gross beta activity - Test method using thick source (ISO 9697:2018).

BSS EN ISO/IEC 17025:2018 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC 17025:2017).

BSS ISO 13164-2:2020 Water quality - Radon-222 - Part 2: Test method using gamma-ray spectrometry (ISO 13164-2:2013).

Di Carlo C., Lepore L., Venoso G., Ampollini M., Carpentieri C., Tannino A., & Bochicchio, F. (2019). Radon concentration in self-bottled mineral spring waters as a possible public health issue. *Scientific reports*, 9(1), 1-7.

Ivanova K., Djuvnakova D., Stojanovska Z., Djounova J., Kunovska B., & Chobanova, N. (2021). Analysis of exposure to radon in Bulgarian rehabilitation hospitals. *Environmental Science and Pollution Research,* doi: 10.21203/rs.3.rs-550240/v1.

Ministry of Health, 2021, Register of issued certificates for mineral water (https://www.mh.government.bg/bg/administrativni-uslugi/registri/registr-na-izdadenite-sertifikati-za-mineralna-voda/)

Ordinance 9 on the quality of water intended for drinking and household purposes, issued by the Minister of Health, the Minister of Regional Development and Public Works and the Minister of Environment and Water, SG 30 of March 28, 2001, amended and add. SG 102 of 12.12.2014.

Ordinance on the requirements for bottled natural mineral, table and spring waters intended for drinking purposes, resolution 178 of the Council of Ministers, SG 68 of August 3, 2004, amended SG 66 of 25.08.2008.

Pressyanov, D., Dimitrova, I., Georgiev, S., Hristova, E., & Mitev, K. (2007). Measurement of radon-222 in water by absorption in Makrofol. *Nuclear Instruments and*

Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 574(1), 202-204.

Rusconi, R., Forte, M., Abbate, G., Gallini, R., & Sgorbat, G. (2004). Natural radioactivity in bottled mineral waters: A survey in Northern Italy. *Journal of Radionalytical and nuclear chemistry*, 260(2), 421-427.

Sánchez, A. M., Montero, M. R., Escobar, V. G., & Vargas, M. J. (1999). Radioactivity in bottled mineral waters. *Applied Radiation and Isotopes*, *50*(6), 1049-1055.

ЕФИКАСНОСТ И СЕЛЕКТИВНОСТ НА ХЕРБИЦИДА БИСМАРК КС ПРИ МАСЛОДАЙНА РОЗА /*Rosa damascena* Mill./

Десислава Ангелова, Ганка Баева

Институт по розата и етеричномаслените култури – Казанлък,
Селскостопанска Академия
desita7706@abv.bg

Резюме

През периода 2019-2020 г. в опитното поле на Институт по розата и етеричномаслените култури, Казанлък на ливадно-канелена почва е проведен полски опит с почвения хербицид Бисмарк КС /кломазон 55 g/l+пендиметалин 275 g/l/ при насаждение от маслодайна роза (*Rosa damascena* Mill.).

Внасянето на хербицида е извършено преди вегетация на маслодайната роза в дози 120 и 200ml/da. Изследвано е влиянието на Бисмарк КС върху заплевеляването и продуктивните качества на маслодайната роза.

Резултатите показват, че хербицидът приложен в по-високата доза реализира по-добра биологична ефикасност спрямо отчетените едногодишни плевели.

По отношение на получените добиви свеж цвят и етерично масло се установи, че при използване на Бисмарк КС200ml/da те са по-високи в сравнение с контролата средно с 68,2kg/da и 52,1 g/da.

Резултатите от изследването показват, че при третираните с хербицида варианти не се наблюдават визуални симптоми на фитотоксичност към маслодайната роза.

Ключови думи: *Rosa damascena* Mill., хербицид, плевели, ефикасност, добив

EFFICACY AND SELECTIVITY OF THE HERBICIDE BISMARK KS IN OIL BEARING ROSE /RosadamascenaMill./

Desislava Angelova, Ganka Baeva

Institute for roses and aromatic plants – Kazanlak,
Agricultural Academy
desita7706@abv.bg

Abstract

During the period 2019-2020 in the experimental field of the Institute for roses and aromatic plants – Kazanlak on meadow-cinnamon soil a field experiment was conducted with the soil herbicide Bismark KS /clomazon 55 g/l+pendimethalin 275 g/l/ in an oilbearing rose plantation (*Rosa damascena* Mill.).

The application of the herbicide was carried out before the vegetation of the oil-bearing rose in doses of 120 and 200 ml/da. The effect of the herbicide Bismark KS on weeding and the productive properties of oil-bearing rose was studied.

The results show that the herbicid applied at a higher dose achieves better biological efficacy compared to the reported annual weeds.

With regard to the obtained fresh flowers yields and essential oil, it was found that when using Bismark KS 200 ml/da they are higher compared to the control by anaverage of 68,2 kg/da and 52,1 g/da.

The results of the study show that no visual symptoms of phytotoxicity to the oil-bearing rose were observed in the herbicide-treated variants.

Key words: *Rosa damascena* Mill.,herbicide, weeds, efficacy, yield

Въведение

Маслодайната роза (*Rosa damascena* Mill.) е култура с приоритетно стопанско значение за страната ни.

В насажденията от маслодайна роза заплевеляването е от смесен тип (Baeva, 1997). От едногодишните плевели в най-голяма плътност се срещат кощрява, полска лисича опашка, обикновен щир, бяла лобода, галинзога, овчарска торбичка, а от многогодишните видове - троскот, паламида и поветица.

Химичният контрол на плевелите е важно агротехническо мероприятие при отглеждане на маслодайна роза. Плевелите са конкуренти на земеделските култури по отношение на вода, светлина и хранителни вещества (Baeva, 2017). Нанесените от тях поражения в значителна степен намаляват добивите и влошават качеството на растителната продукция.

Преди вегетация на маслодайната роза според Spasov et al. (1999) срещу едногодишните житни и широколистни плевели може да се прилагат Мерлин 750 ВГ (изоксафлутол) в доза 5-6 g/da, Рафт 800 ВГ (оксадиаржил) – 20-25g/daи Гоал 2 Е (оксифлуорфен) – 300 g/da. В настоящия момент от посочените хербицидни препарати няма разрешени за употреба.

Проучено е действието на кломазон (Сиртаки КС) от Petrova et al. (2020) внесен в две дози 15 и 30 g/da при нахут и горчив фий. Резултати от изследването показват, че полскатаповетица (*Convolvulus arvensis*) и щирът (*Amaranthus caudatus* L.)в опитните площи са в голям брой при приложението на кломазон и в двете изпитвани дози.

Rankova et al. (2019) изследват хербицида пендиметалин (Стомп 33 ЕК) при производство на праскови върху вегетативната подложка GF 667. На основата на получените резултати установяват, че почвения хербицид пендиметалин в доза 400 ml/da осъществява много добър хербициден контрол върху заплевеляването с продължителност на хербициднопоследействие 120 дни.

Abbiati et al.(2016) проучват хербицида Бисмарк за борба с едносемеделни и двусемеделни плевели при някои зеленчукови култури (картофи, грах, моркови и др.). Постигнатите резултати потвърждават синергичния ефект на двете активни съставки с различен начин на действие кломазон и пендиметалин.

Поради ограничения избор на разрешени за употреба хербициди са необходими проучвания на нови препарати за оптимизиране на системите за интегрирана борба с плевелите в насажденията от маслодайна роза.

Целта на настоящото изследване е да се проучи ефикасността и селективността на хербицида БисмаркКС (кломазон+пендиметалин), и влиянието му върху продуктивните качества на маслодайната роза.

Материали и методи

В продължение на две години опитът е залаган на една и съща площ, по блоков метод в три повторения с големина на опитната парцелка15m^2 при следнитеварианти: контрола без хербицид, без окопаване; Бисмарк КС (кломазон 55 g/l+пендиметалин 275 g/l) – в дози: 120 и 200ml/da.

Хербицидът в двете дози е внесен в началото на месец март почвено с насочено пръскане в основата на храстите. Ефикасността на хербицида е отчетена по количествения метод на 30-я ден след третирането. Селективността на препарата е определена по скалата на EWRS (при бал 1- няма повреда по културата, при бал 9-

културата е напълно унищожена). Видовият състав на плевелите е отчетен по окомерния метод.

В проучването са включени следните показатели: добив от свеж цвят (kg/da) и добив на етерично масло (kg/da). Резултатите са обработени статистически, като разликите между отделните варианти са установени чрез еднофакторен дисперсионен анализ (Zapryanov et al.,1978).

Резултати и обсъждане

При проучването е използван естествен фон на заплевеляване в насажденията от маслодайна роза. В плевелните асоциации през различните години преобладават едногодишните видове кощрява (SetariaglaucaL.), лисича опашка (Alopecurus myosuroides Huds.), галинзога (Galinso gaparviflora Cav.), бяла лобода (Chenopodium albumL.), пача трева (Polygonum aviculareL.), лечебен росопас (Fumaria officinalisL.), овчарска торбичка (Capsella bursa-pastorisL.), полско подрумче (Anthemis arvensis L.), обикновен щир (Amaranthus retroflexus L.), свиница(Xantium strumarium L.), тученица (Portula caoleracea L.),а от многогодишните- троскот (Cynodon dactylonL.), паламида (Cirsium arvenseL.), поветица (Convolvulus arvensisL.) и млечок (Sonhus arvensisL.).

Бисмарк КС е двукомпонентен хербицид съдържащ две активни вещества с различен спектър на действие. Кломазон проявява своята активност като потиска синтеза на хлорофил и каротеноиди в плевелните растения. Абсорбира се при поникване на семената и от корените и кълновете на растенията се пренася по ксилема, нагоре към върха на растението. Пендиметалин проявява действието си, като възпрепятства покълването на семената и развитието на кълновете на едногодишните житни и широколистни плевели.

Проведените проучвания за установяване на биологичната ефикасност на почвения хербицид показаха следното (Табл. 1 и 2).

Таблица 1. Биологична ефикасност на Бисмарк КС за 2019 г.
Table 1. Biological efficacy of herbicides Bismark KS for 2019

Варианти Variants	Доза Dose, ml/da	Едногодишни плевели Annualweeds		Многогодишни плевели/ Perennialweeds		Selectivity by EWRS
		number/ m^2	efficacy %	number/ m^2	efficacy %	
Untreatedcontrol	-	38	0	26	0	
Bismark KS	120	10	74	13	50	1
Bismark KS	200	6	84	10	62	1

Бисмарк в доза 120ml/da през двете години проявява 69-74% хербицидно действие върху едногодишните плевели. Унищожава основно кощрява, галинзога, пача трева и бяла лобода.По-добра ефикасност към едногодишните плевели 84-85% е отчетена след третиране с високата доза Бисмарк КС – 200ml/da. Наблюдава се по-слабо действие на хербицида към обикновения щир.

Таблица 2. Биологична ефикасност на Бисмарк КС за 2020 г.
Table 2. Biologicalefficacy of herbicides Bismark KSfor 2020

Варианти Variants	Доза Dose, ml/da	Едногодишни плевели Annualweeds		Многогодишни плевели Perennialweeds		Selectivityby EWRS
		number/ m^2	efficacy %	number/ m^2	efficacy %	
Untreatedcontrol	-	48	0	30	0	
Bismark KS	120	15	69	16	47	1
Bismark KS	200	7	86	12	60	1

По отношение на биологичната ефикасност спрямо многогодишните видове плевели се установи по-слабо действие на Бисмарк КС. След третиране с доза 120 ml/da заплевеляването на опитните площи е над 47%. Със завишаване на дозата на 200 ml/da се повишава и ефективността срещу многогодишните плевели до 60-62%.

Външни симптоми на фитотоксичност и видими смущения в развитието на маслодайната роза от вариантите, при които е приложен Бисмарк КС, не се наблюдават.

На таблица 3 са представени резултатите за продуктивните качества на маслодайната роза след третиране с Бисмарк КС в дози 120 и 200 ml/da. Чрез еднофакторен дисперсионен анализ са показани различията при отделните вариантите по отношение на добивите свеж розов цвят и етерично масло. За двете изследвани години вариантите с внасяне на Бисмарк КС превишават контролата по добив свеж цвят средно с 26 и 68kg/da, като добре осигурена разлика се наблюдава при високата доза на хербицида.

Таблица 3. Влияние на хербицидите върху добива свеж цвят и етерично масло за периода 2019-2020 г.
Table 3. Influence of the herbicides on yield of fresh flowers and essential oil during the period 2019-2020

Вариант/Variants	yield of freshflowerskg/da	%	yield of essentialoilg/da	%
Untreatedcontrol	428.5	100	171.4	100
Bismark KS – 120 ml/da	454,5n.s.	106	204.5**	119
Bismark KS – 200 ml/da	496,7**	116	223.5***	130

Gd 5%-38;Gd 1%-63; Gd 0.1%-117Gd 5%-15,2;Gd 1%-25,5; Gd 0.1%-47

Количеството на етеричното масло получено от декар е различно при вариантите и зависи от добива на цвят и процентното съдържание на масло в цвета.

При сравнението добивът получен от третираните с хербицида варианти превишава контролата средно с 33,1и 52,1 g/da етерично масло (таблица 3). Като по-висок добив (223,5 g/da) е получен след внасяне наБисмарк КС – 200 ml/da. Данните са доказани статистически при P0,1% за високата доза и P1% за по-ниската доза на хербицида.

Заключение

- Добра хербицидна ефикасност към едногодишните плевели 84-86% е отчетена след третиране с високата доза Бисмарк КС –200 ml/da.
- Хербицидът Бисмарк КС внесен в двете проучвани дози проявява добра селективност към маслодайната роза
- След третиране на маслодайната роза с хербицидаБисмарк КС в доза 200ml/da се получават статистически доказани по-високи добиви на свеж цвят и етерично масло.

Литература

Abbiati, C., D. Bellotto, A. Capella, M. Capriotti, F. Guastmacchia, A. Noacco, P. Querzola, M. Romanini, V. Serratore. 2016. Bismark ®, ready mixture of clomazone and pendimetalin mocroincapsulated, crop preemergence weed control, Atti, Giornate Fitopatologiche, ChiancianoTerme(Siena), 8-11 marzo 2016. Volume primo, pp. 489-502 ref.10.

Baeva, G. 1979. Depending on the specific conditions, herbicides, combinations or systems of them are selected, Rastitelna zashtita, № 4, 13-14.

Baeva, G. 2017.General information and characteristics of weed agrocenoses, Zemedelie plyus, №1-2(275), 24-26.

Petrova, S., Stamatov, S., Andonov, B. 2020. Study of the effect of different herbicides and their combinations on the weed composition and grain yield of chickpeas and bitter vetch, Rastitelna zashtita, No 08.

Rankova, Z., M. Tityanov, A. Zhivodonov. 2019. Chemical control of weed infestation in the production of peach trees on the vegetative rootstock GF 677, Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019,22(4), 171-180.

Spasov, V., Zhalnov, I., Tonev, T., Dimitrova, M., Kalinova, St. 1999. Instrukcia za prilozhenie na herbicidite, VSI, Plovdiv, (Bg).

Zapryanov, Z., Marinkov, Z. 1978. Experimental work with biometrics, Hristo G. Danov, Plovdiv, (Bg).

АЛЕЛОПАТИЧЕН ПОТЕНЦИАЛ НА РАСТИТЕЛНИ ВИДОВЕ ОТ РОД *SORGHUM*

Галина Петкова[1*], Пламен Маринов-Серафимов[2], Ирена Голубинова[2]

[1]Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“, Селскостопанска Академия
[2]Институт по фуражните култури, Плевен, Селскостопанска Академия
galina50@abv.bg

Резюме

През периода 2017-2019 в Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров”, София и Института по фуражните култури, Плевен са извършени проучвания за установяване алелопатичната активност в ризосферната почвена зона при растителни видове от род *Sorghum*в лабораторни условия върху първоначалното развитие на бял синап (*Sinapis alba* L.) и влиянието им върху почвената микрофлора при полски условия. Установено е, че почвата от ризосферната зона на растенията, включени в изследването – суданка (*Sorghum sudanense* (Piper) Staf.), сорго за зърно (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) и техническо сорго (метла) (*Sorghum vulgare* var, *technicum* (Körn) оказват инхибиращ ефект върху върху лабораторната кълняемост и първоначалното развитие на бялия синап.

С относително по-силен алелопатичен ефект, условно може да се определи техническото сорго (метла), следвано от суданката и относително най-слаб при соргото за зърно. Включените в изследването видове от род *Sorghum* оказват динамично въздействие върху числеността на основните групи почвени микроорганизми в ризосферната почвена зона на културите, в зависимост от онтогенетичното им развитие. Относително по-слабо във фенофаза първи-четвърти лист и най-силно във фенофаза изметляване и трите култури не оказват траен подтискащ ефект върху микробната ценоза и могат да бъдат използвани като покровни култури.

Ключови думи: алелопатичен ефект, ризосферна почва, почвени микроорганизми

ALLELOPATHIC POTENTIAL OF PLANT SPECIES OF THE GENUS *SORGHUM*

Galina Petkova[1], Plamen Marinov-Serafimov[2], Irena Golubinova[2]

[1]Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Poushkarov", Sofia, Agricultural Academy
[2]Institute of forage crops, Pleven, Agricultural Academy
galina50@abv.bg

Abstract

During the period 2017-2019 at the Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection "Nikola Pushkarov", Sofia and the Institute of Forage Crops, Pleven were conducted studies to establish allelopathic activity in the rhizosphere soil zone in plant species of the genus *Sorghum* in the laboratory on the initial development of white mustard (*Sinapis alba* L.) and their influence on the soil microflora under field conditions.

It was found that the soil from the rhizosphere soil zone of the plants included in the study - Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Staf.), sorghum for *grain (Sorghum bicolor* (L.) Moench) and broomcorn (*Sorghum vulgare* var, technicum (Körn)) had an inhibitory effect on laboratory germination and initial development of white mustard.

The broomcorn has a relatively stronger allelopathic effect, followed by the Sudan grass and is relatively weak in grain sorghum.The species of the genus *Sorghum* included in the study have a dynamic impact on the number of the main groups of soil microorganisms in the rhizosphere soil zone of the crops depending on their ontogenetic development.

Relatively weaker in growth stage first-fourth leaf and strongest in the growth stage Inflorescence emergence, headingof crops, all three species did not have a lasting inhibitory effect on the microbial coenosis and they can be used cover crops.

Keywords: allelopathic effect; soil microorganisms; rhizosphere soil.

Въведение

Алелопатията е екологичен феномен, който включва синтезирането и освобождаването в околната среда на биологично активни вещества (алелохимикали) от различни селскостопански култури, а съвместно с почвените микроорганизми оказва интегрално въздействие върху видовия състав във фитогенните сукцесии на растителните съобщества и/или в агрофитоценозите (Rice, 1984; Einhellig,1995).

През последните години научно-изследователската работа се разширява с ясен акцент, върху проучване алелопатичния потенциал на растителните видове от род *Sorghum*, като средство за редуциране на плевелната плътност в изкуствено създадени от човека фитоценози (Tibugari et al., 2019; Mushtaq et al, 2020; Hussain et al., 2021a).

Според обобщените проучвания на много изследователи Lehle and Putman (1983),Czarnotaet al.(2003),Al-Tavaha and Odat(2010) плевелоподтискащия потенциал на видовете от род *Sorghum* се определя от синтеза и отделянето на хидрофилни съединения, фенолни киселини и техните алдехидни производни. Zahid et al. (2001) успешно използва *Sorghaab* (воден екстракт от надземна биомаса на сорго 1:10), като естествен инхибитор при покълването на семената и първоначалното развитие на инвазивни плевелни видове -бяла куча лобода (*Chenopodium album* L.), назъбен лапад (*Rumex dentatus* L.) и полска поветица (*Convolvulus arvensis* L.). Според Marchi et al. (2008),Jamshidi et al.(2011), Sabahie et al. (2014) растителната биомаса на видовете от род *Sorghum* може да се прилага за биологичен контрол на плевелите,чрез отглеждането им като покровни култури и/или в смесени посеви, както и с инкорпориране на растителните остатъци (сегментирани или във форма на пудра) в повърхностния почвен слой. Според някои автори Alsaadawi and Dayan(2009), Farooq et al. (2013), Jesudaset al. (2014), Hussain and Reigosa (2019), Hussain et al. (2021b) през последните две десетилетия се разширява научно-изследованелската работа върху синтезирането по химически път на алелопатично подобни биологично активни вещества, изолирани от видовете на род *Sorghum*с потенциал за заместване на синтетичните хербициди и приложението им, като алелохербициди във ферми с билогично (органично) производство или такива в конверсен период.

Създадените в Институт по фуражните култури, Плевен хибриди и мутантни форми от род *Sorghum*са с доказана толерантност към абиотичен и биотичен стрес, висока екологична пластичност и откосност, позволяващи формиране на надземна биомаса в периода на летните депресии на многогодишните житни фуражни треви (Голубинова, 2011; Golubinova and Gecheff, 2011; Голубинова, 2012a; 2012b; Голубинова и Гечев, 2012). Спорадични са обаче съобщенията по отношение на алелопатичният им потенциал (Голубинова и Маринов-Серафимов, 2019), а по отношение на влиянието им върху микробната ценоза в ризосферната почвена микрофлора, такива липсват.

Въпреки вниманието, което се отделя на алелопатичните взаимоотношения от еколози, биолози и херболози, влиянието на синтезираните и отделяни алелохимикали в ризосферната почвена зона не е напълно изяснено (Fujii 2005;Mahmood et al., 2013; Worthington and Reberg-Horton, 2013).Редица научни изследвания установяват, че видовете от род *Sorghum* притежават алелопатичен

потенциал, който се дължи на синтезирането и отделянато алелелохимикала сорголеон и неговата 1,4-дихидрокси форма (резорцин) от кореновата маса (Baerson et al., 2008; Cheema and Khaliq, 2020). Според обобщените резултати на Inderjit and Duke (2003), Eassa et al. (2018), Hussain and Reigosa, (2021b) въздействието на вторичните метаболити в т.ч. и на сорголеона и неговите аналози (5-етокси-сорголеон, 2,5-диметоксисорголеон, р-бензохинони) е полифакторно, изразяващо се в инхибиране кълняемостта на семената, динамиката на нарастване на корените и стеблото, промяна на абсорбция на хранителни вещества, вода и динамиката на почвената микрофлора (Sarr et al., 2020).

Hassan et al. (2012) и Kandhro et al. (2016) в лабораторни и полски експерименти установяват значителни разлики в алелопатичния понтенциал и/или плевелопотискащата способност на видовете от род *Sorghum*, които се дължат на различия в натрупването на алелохимикали в зависимост от онтогенетичното им развитие. Аналогични са и получените резултати в експерименталната работа на Weston and Czarnota (2001). Според авторите синтеза и отделянето на алелохимикали от кореновата маса в ризосферната почвена зона при видовете от род *Sorghum* е в корелационна зависимост от онтогенетичното им развитие, т.е. с удължаване периода на вегетацията, синтеза и отделянето на алелохимикали се увеличава (Roth et al., 2000), а тяхното инхибиращо въздействие може да се запази до 28 седмици (Dayan,2009).

Според Zuo et al. (2014) определящ фактор в динамиката на алелопатичните взаимоотношения в растителните съобщества, оказва микробната ценоза, локализирана в ризосферната почвена зона. Анализът на експерименталните резултати показва, че под въздействието на почвената микрофлора, наличните алелохимикали се инхибират и/или активират, чрез което засилват или намаляват алелопатичната интерференция в растителните съобщества. Zuo et al. (2014) установяватсъщо, че с повишаване числеността на микробната ценоза в ризосферната почвена зона се повишава алелопатичния потенциал на донорните растения, докато според Lankau (2010) с увеличаване на общата маса на *микроорганизмите* в ризосферната почвена зона, се установява микробно инактивиране на наличните алелохимикали. Според Wurst and van Beersum (2009) за доказване на алелопатичните взаимоотношения между растенията (донори и акцептори) и почвените микроорганизми, широко приложение намира добавяне на активен въглен в почвения субстрат.

От направения кратък литературен преглед на чуждестранната литература е видно, че проучванията относно алелопатичния потенциал на видовете от род *Sorghum*, свързан с отделянията им в ризосферната почвена зона, са крайно ограничени. Получените експериментални резултати са разнопосочни и противоречиви, а у нас такива проучвания не са извършвани.

В този аспект целта на проучването е, да се установи алелопатичната активност на видове от род *Sorghum* в ризосферната почвена зона при лабораторни условия върху покълването и първоначалното развитие на *Sinapis alba*L.и влиянието им върху почвената микрофлора при полски условия.

Материал и методи

А) при лабораторни условия

Изследването е проведено през 2017 година в Института по фуражните култури – гр. Плевен при лабораторни условия. Проучвани са два фактора: Фактор А - образци от род *Sorghum*: a_1– Суданка [*Sorghum sudanense* (Piper) Staf.], сорт Kazitachi; a_2– Суданка – мутантна форма № 300/43;a_3–Сорго за зърно [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], хибридна линия № 1643; a_4– Сорго за зърно, хибридна линия № 16121; a_5– Техническо сорго (метла) [*Sorghum vulgare* var, *technicum*(Körn.)], местна популация GL15A и a_6–

Техническо сорго (метла), местна популация MI16N. Фактор B – масовообемна концентрация (%w/v): b_1–Контрола; b_2–11,1; b_3–20,0; b_4–33,3 и b_5–50,0%w/v. Пробовземането на почвените проби от ризосферната зона е извършено съобразно фактор A, във фенофаза цъфтеж на културата (BBCH 65-69),съгласно методика на(Fujii et al., 2005; Karmegam et. al., 2014).

За оценяване алелопатичните отделяния в ризосферната почвена зона на включените в изследването образци е използван адаптиран метод на Fujii et al. (2005) „Rhizosphere Soil Method“ (RSM). В петриеви блюда (90 mm) е поставена ризосферна почва, съобразно фактор B, пипетирани са по 10 ml (0,8%) агар с добавен по 1 g/L^{-1}тимол ($C_{10}H_{14}O$), като консервант. След желатинизирането на агара, е пипетиран втори пласт 10 ml (0,8%) агар. За контрола е използван 0,8% агар, с последователно пипетиране на два пласта по 10 ml. Така подготвените проби са темперирани за 72 h при 18 ^{0}C ± 2 ^{0}C, след което в агаро-почвения гел са поставени по 25 бр. семена от бял синап (*Sinapis alba* L.).Така подготвените проби са инкубирани в термостат при температура 25 ^{0}C в продължение на пет дни. Всеки вариант е залаган в осем повторения.

Определяни са следните показатели за всички варианти на опита: лабораторна кълняемост (%); дължина (cm) и свежа биомаса (g) на кълна. За установяване на алелопатичния ефект между тест-растението (*Sinapis alba* L.) и включените в експеримента образци са използвани:

Динамичен индекс при покълването и първоначално развитие на кълна (*DDI*):

$$DDI = \left\{\frac{t\log^2}{\log b - \log a}\right\} \quad (1)$$

където: *a* и *b* – покълнали семена (%), дължина (cm) и/или свежа биомаса (g)на кълна при тест-растението в контролния вариант и третираните варианти; *t* – продължителност, дни;

Относителен индекс на инхибиране (*RI*) по Williamson and Richardson (1988):

$$RI = \frac{T}{C} - 1 \quad (2)$$

където: *C* – лабораторна кълняемост, нарастване и натрупване на свежа биомаса на кълна при тест растението в контролния вариант; *T* – третираните варианти;

Скорост на нарастване и натрупване на свежа биомаса (μ) на кълна при тест-растението е определяна, чрез адаптирана формула на Dauta et al. (1990):

$$\mu = \left\{\frac{\ln N_t - \ln N_0}{t}\right\} \quad (3)$$

където:*Nt* - дължина (cm) или свежа биомаса (g)на кълна в третираните варианти;*No* - дължина (cm) или свежа биомаса (g)на кълна в контролния вариант; *t* – продължителност, дни;

Темп на поникване (*GR%*) по формулата:

$$GR_{\%} = \left(1 - \frac{(N_t - C_n)}{(N_c)}\right).100 \quad (4)$$

където:N_t– брой покълнали семена в третираните варианти(%); *Nc* - в контролния вариант (%); *Cn* – концентрация, %;

Индекс на развитие (GI) по Gariglio et al. (2002):

$$GI = \left[\left(\frac{G}{G_0}\right).\left(\frac{L}{L_0}\right)\right].100 \quad (5)$$

където:*G* иG_0– покълнали семена съответно третираните *G* и контролния вариант G_0 (%);*L*– дължина на кълна в третираните варианти представен в процент;L_0– дължина на кълна в контролния вариант, приет за 100%;

Жизненост на кълна (*SVI*):

$$SVI = \left(\frac{S.G}{100}\right) \quad (6)$$

където: *S* - дължина (cm) или формираната биомаса (g) на кълна за вариантите; *G* – брой покълнали семена, %;

Общ алелопатичен потенциал (*OAP*) по адаптираната формула Smith (2013):

$$\text{OAP} = \left(\frac{IRG_{i-n}}{\bar{x}IRG} + \frac{IRL_{i-n}}{\bar{x}IRL} + \frac{IRB_{i-n}}{\bar{x}IRB}\right) - 10 \quad (7)$$

където: *IRG*- процент инхибиране на покълване на семена, нарастването (*IRL*) растеж и формиранат свежа биомаса (*IRB*) на кълна в сравнение с контролния вариант, $\bar{x}IRG$ – средната стойност на инхибиране от радикалните процентни за всички тествани концентрации; 10 – коефициент.*OAP* в интервала 0,0 до 10.

Кълняемостта на семената е изчислявана след предварително трансформиране по формулата, *Y = arcsin√(x%/100),* Hinkelman and Kempthorne (1994). Получените резултати са обработени статистически с програмните продукти STATGRAPHICSPlusforWindowsVersion 2.1 и Statistica 10.

В) при полски условия

През периода 2018–2019 от сравнителен полски опит на видове от род *Sorghum*е изведен при неполивни условия в Института по фуражните култури – Плевен, са проследени промените в числеността и състава на основни групи микроорганизми (амонифициращи бактерии-неспорови, спорови бактерии, актиномицети, микроскопични гъби и целулозоразлагащи микроорганизми) в ризосферната почвена зона на включените в експеримента видове от род *Sorghum*.

Типичен за района на изследване е почвения тип чернозем, с подтип – слабо Излужен чернозем (Haplic Chernozems) (WRB, 2015), отличаващ се с мощен хумусен хоризонт (≈80 cm), високо съдържание на органично вещество (2,5-3,0% хумус) с песъчливо-глинест характер и неутрална до слабо кисела реакция (pH H_2O 6,0-7.0). При почвеното засушаване, коренообитаемият слой просъхва бързо и растенията страдат от недостиг на вода (Митев и стр., 2012; Кръстева и стр,, 2015; Теохаров и стр., 2019).

Промените в микробната ценоза са определени в динамика по фенофази: първи лист (ВВСН 10-11) (трети – четвърти лист (ВВСН 13-14), седми лист (ВВСН 17) и изметляване-цъфтеж (ВВСН 55-65) от развитието на културите. Като контрола е използвана почва, без растения (угар). Числеността на популациите на основни групи почвени микроорганизми е определена по метода на серийните разреждания. Резултатите са представени като брой колониобразуващи единици (КОЕ) на 1 g абсолютно суха почва (Грудева и сътр., 2007). Данните са обработени статистически по метода на дисперсионния анализ. Отчитано е въздействието на метеорологичните фактори (среднодеионощна температура на въздуха (t^OC), количество на валежите (mm) и аридността), спрямо биологичните изисквания на културите и върху развитието на микробните популации, като е използван коефициентът на de Marton.

Резултати и обсъждане

Почвата от ризосферната зона на включените в експеримента образци от род *Sorghum* оказва статистически доказан ($LSD_{P=0.05}$) инхибиращ ефект (от 23,6 до 100,0%) върху лабораторната кълняемост на семената на белия синап, като се установяват значителни генотипни различия (Таблица 1 и 2). В зависимост от вида на донора, темпа на покълване на семената (*GR%*) на белия синап варира в широк диапазон от 8,3 до 76,4% и може да се ранжира в следния възходящ ред: Сорго за зърно (от 30,1 до 47,9 $\bar{x}$ 39,0%) → Суданка (от 38,8 до 64,1 $\bar{x}$ 51.5%) → Техническо сорго (метла) (от 64,5 до 65,4 $\bar{x}$ 64,9). С увеличаване на концентрацията (от 11,1 до 50,0% w/v) на почвата от ризосферната зона, намалява процентът на покълналите семена от 23,6 до 97,1 в сравнение с контролния вариант, докато при видовете суданка (мутантна форма № 300/43) и техническо сорго (метла) (местни популации

GL15A и MI16N), приложената най-висока концентрация (50,0%w/v) инхибира напълно покълването на семената на белия синап. Аналогични са и получените резултати в експерименталната работа на Alsaadawi et al. (2007). Според авторите включените в изследването генотипове сорго оказват силен инхибиращ ефект от 71 до 75% върху развитието *Lolium tenulintum*, но се различават значително в алелопатичната супресия.

Таблица 1. Алелопатичен ефект на почва от ризосферната зона на видове от род *Sorghum* върху поникването и първоначалното развитие на бял синап (*Sinapis alba* L.) при лабораторни условия

Table 1. Allelopathic effect of soil from the rhizosphere zone of species of the genus *Sorghum* on the emergence and initial development of white mustard (*Sinapis alba* L.) under laboratory conditions

Варианти / Variants			Показатели / Indicators		
Вид Species	Образци Accessions	Концентрация, Concentration, % w/v	Кълняемост на семената, % Germination seeds, %	Дължина на кълна, cm Length of the seedling, cm	Свежа биомаса на кълна, g Fresh biomass of the seedling, g
Sinapis alba L.	Контрола/Control		78,1	3,49	0,24
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	Kazitachi	11,1	59,7	2,78	0,10
		20,0	59,2	1,78	0,10
		33,3	50,0	1,27	0,08
		50,0	22,3	1,10	0,08
	Средно/Average		*47,8*	*1,73*	*0,09*
	№ 300/43	11,1	56,3	0,56	0,16
		20,0	33,6	0,58	0,08
		33,3	22,1	0,11	0,03
		50,0	0,0	0,00	0,00
	Средно/Average		*28,0*	*0,31*	*0,07*
Sorghum bicolor (L.) Moench	№ 1643	11,1	50,8	0,40	0,19
		20,0	50,6	0,40	0,18
		33,3	42,9	0,55	0,10
		50,0	18,4	0,35	0,08
	Средно/Average		*40,7*	*0,43*	*0,14*
	№ 16121	11,1	71,6	1,73	0,24
		20,0	53,7	0,91	0,12
		33,3	50,8	1,02	0,10
		50,0	42,1	0,93	0,08
	Средно/Average		*54,6*	*1,15*	*0,14*
Sorghum vulgare var.*technicum* Körn.	GL15A	11,1	54,2	0,56	0,17
		20,0	32,8	0,11	0,08
		33,3	16,3	0,10	0,02
		50,0	0,0	0,00	0,00
	Средно/Average		*25,8*	*0,19*	*0,07*
	MI16N	11,1	59,2	0,78	0,10
		20,0	33,2	0,58	0,07
		33,3	18,4	0,35	0,07
		50,0	0,0	0,00	0,00
	Средно/Average		*27,7*	*0,43*	*0,06*
	A	$LSD_{P=0,05}$	*13,5*	*0,49*	*0,053*
	B	$LSD_{P=0,05}$	*8,3*	*0,30*	*0,044*
	AxB	$LSD_{P=0,05}$	*8,5*	*0,29*	*0,048*

Видът и концентрациите на приложената ризосферна почва оказват съществено влияние върху динамичен индекс на покълване (DDI) на семената на белия синап в зависимост от проучваните фактори.

От Таблица 2 е видно, че с увеличаване на концентрацията се установява обща тенденция за повишаване, средно от 1,77 до 4,75 пъти, в сравнение с най-ниската приложена доза (11,1%w/v), като се установяват съществени генетични различия. Най-силно е редуциран динамичният индекс на покълването (*DDI*) на семената на белия синап под въздействие на техническото сорго (метла), най-слабо при соргото за зърно, докато суданката заема междинна позиция. Изключение от описаната зависимост се установява при Суданката, сорт Kazitachi и при хибридна линия №1643 сорго за зърно при които, *DDI* при приложените по-ниски дози на почва от ризосферната зона са близки по стойности и статистически недоказани, което определя относително по-слабият им алелопатичен потенциал (Таблица 2). Аналогични са и получените резултати при проследяване относителния индекс на инхибиране (*RI*), под въздействие на наличните алелохимикали. При всички включени в изследването образци с увеличаване концентрацията, относителния индекс на инхибиране (RI) се увеличава, като следва установените зависимости при динамичния индекс на покълване (*DDI*) на семената от белия синап.

Данните от биометричните измервания върху дължината на нарастване на кълна позволяват обективно да се оцени алелопатичния потенциал на ризосферната почва в началните етапи от развитието на белия синап в зависимост от проучваните фактори - генотип и концентрация (Таблица 1 и 2). Извършените статистически анализи показват, че тестваната ризосферна почва в зависимост от проучваните фактори оказва инхибиращ ефект върхунарастването на кълна при тест растението. Всички проучвани концентрации от ризосферните почвени проби, редуцират дължината на кълнана белия синап, като относителния индекс на инхибиране (*RI*) е в границите от -0,2 до 1,0, а разликите при проучвания показател са статистически доказано намалени при $LSD_{P=0,5}$. Запазват се наблюдаваните зависимости, установени по отношение лабораторната кълняемост на семената в зависимост от проучваните фактори – А (образци) и В (приложени концентрации) с тази разлика, че са по-слабо изразени. Относително най-слаб алелопатичен ефект се установява при най-ниската приложена концентрация от 11,0%w/v и с увеличаването ѝ до 50,0% w/v, динамичния индекс на развитие (*DDI*) и скоростта на нарастване (μ) на кълна намаляват, съответно от 0,85 до 5,15. Аналогични са и получените резултати при проследяване жизнеността (*SVI*) на кълна на белия синап в зависимост от проучваните фактори, с тази разлика, че са по-силно изразени. От Таблица 2 е видно, че с увеличаване концентрацията на ризосферната почва *SVI* намалява от 0,03 до 1,9 пъти с тази разлика, че най-силен инхибиращ ефект се установява при суданката ($SVI_{средно}$1,54), а най-слаб при техниическото сорго (метла)($SVI_{средно}$0,14), соргото за зърно заема междинна позиция ($SVI_{средно}$0,93).

Динамиката на натрупване на свежа биомаса в g за един кълн в началните етапи от развитието на белия синап, зависи от същите фактори и следва установените зависимости по отношение нарастването (Таблици 1 и 2).

Следователно наблюдаваните разлики по отношение алелопатичния ефект на тестваната почва от ризосферната зона на включените в изследването образци от род *Sorghum* могат да бъдат обяснени с видови и сортови различия, тъй като сравненията между тях са направени при контролирани лабораторни условия. Не се установяват съществени различия при определяне на общия алелопатичен потенциал (*OAP*) между включените в експеримента видове, така и между тестваните образци,който варира в границите от -6,13 до 6,83, а разликите са статистически недоказани (Таблица 3).

Таблица 2. Индекси и коефициенти на депресия върху лабораторната кълняемост и първоначалното развитие набелия синап (*Sinapis alba* L.)в зависимост от проучваните фактори

Table 2. Indices and coefficients of depression on laboratory germination and initial development of white mustard(*Sinapis alba* L.)depending on the studied factors

Вариант Variants			Кълняемост на семената, % Germination seeds, %			Дължина на кълна, cm Length of the seedling, cm				Свежа биомаса на кълна, g Fresh biomass of the seedling, g				GI
Вид Species	Образци/Accessions	Концентрация, Concentrations % w/v	*DDI*	*RI*	*GR%*	*DDI*	*RI*	*μ*	*SVI cm .10^{-2}*	*DDI*	*RI*	*μ*	*SVI g.10^{-3}*	
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	Kazitachi	11,1	-0,24	-0,24	23,6	-0,20	-0,20	-0,05	7,7	-0,78	-0,58	-0,18	0,10	31,9
		20,0	-0,25	-0,24	24,2	-0,60	-0,49	-0,13	3,2	-0,78	-0,58	-0,18	0,10	31,6
		33,3	-0,40	-0,36	36,0	-0,90	-0,64	-0,20	1,6	-0,98	-0,67	-0,22	0,06	21,3
		50,0	-1,11	-0,71	71,4	-1,03	-0,68	-0,23	1,4	-0,98	-0,67	-0,22	0,06	9,5
	Средно Average		-0,44	-0,39	38,8	-0,62	-0,50	-0,14	1,9	-0,87	-0,63	-0,20	0,08	23,0
	№300/43	11,1	-0,29	-0,28	27,9	-1,63	-0,84	-0,37	0,3	-0,36	-0,33	-0,08	0,03	48,1
		20,0	-0,75	-0,57	57,0	-1,60	-0,83	-0,36	0,3	-0,98	-0,67	-0,22	0,06	14,3
		33,3	-1,12	-0,72	71,7	-3,07	-0,97	-0,69	0,01	-1,85	-0,88	-0,42	0,01	3,5
		50,0	-	-1,00	100	-	-1,00	-	0,0	-	-1,00	-	0,00	0,0
	Средно Average		-0,91	-0,64	64,1	-2,15	-0,91	-0,48	0,17	-1,10	-0,71	-0,25	0,05	10,5
Sorghum bicolor (L.) Moench	№1643	11,1	-0,38	-0,35	35,0	-1,93	-0,89	-0,43	0,16	-0,21	-0,21	-0,05	0,36	51,5
		20,0	-0,39	-0,35	35,2	-1,93	-0,89	-0,43	0,16	-0,26	-0,25	-0,06	0,32	48,6
		33,3	-0,53	-0,45	45,1	-1,64	-0,84	-0,37	0,30	-0,78	-0,58	-0,18	0,10	22,9
		50,0	-1,29	-0,76	76,4	-2,04	-0,90	-0,46	0,19	-0,98	-0,67	-0,22	0,06	7,9
	Средно Average		-0,58	-0,48	47,9	-1,86	-0,88	-0,42	0,15	-0,48	-0,42	-0,11	0,20	30,4
	№16121	11,1	-0,08	-0,08	8,3	-0,62	-0,50	-0,14	2,99	0,00	0,00	0,00	0,58	91,7
		20,0	-0,33	-0,31	31,2	-1,19	-0,74	-0,27	0,83	-0,62	-0,50	-0,14	0,14	34,4
		33,3	-0,38	-0,35	35,0	-1,09	-0,71	-0,25	1,04	-0,78	-0,58	-0,18	0,10	27,1
		50,0	-0,55	-0,46	46,1	-1,18	-0,73	-0,26	0,95	-0,98	-0,67	-0,22	0,06	18,0
	Средно Average		-0,32	-0,30	30,1	-0,99	-0,67	-0,22	1,07	-0,48	-0,42	-0,11	0,20	40,8
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	GL15A	11,1	-0,32	-0,31	24,2	-1,63	-0,84	-0,37	0,31	-0,31	-0,29	-0,07	0,30	49,2
		20,0	-0,77	-0,58	57,5	-3,07	-0,97	-0,69	0,01	-0,98	-0,67	-0,22	0,06	14,0
		33,3	-1,39	-0,79	76,4	-3,16	-0,97	-0,71	0,01	-2,21	-0,92	-0,50	0,004	1,7
		50,0	-	-1,00	100	-	-1,00	-	0,0	-	-1,00	-	0,00	0,0
	Средно Average		-0,98	-0,67	64,5	-2,59	-0,95	-0,58	0,07	-1,10	-0,71	-0,25	0,05	9,6
	MI16N	11,1	-0,25	-0,24	24,2	-1,33	-0,78	-0,30	0,61	-0,78	-0,58	-0,18	0,10	31,6
		20,0	-0,76	-0,57	57,5	-1,60	-0,83	-0,36	0,34	-1,10	-0,71	-0,25	0,05	12,4
		33,3	-1,29	-0,76	76,4	-2,04	-0,90	-0,46	0,12	-1,10	-0,71	-0,25	0,05	6,9
		50,0	-	-1,00	100	-	-1,00	-	0,00	-	-1,00	-	0,00	0,0
	Средно Average		-0,92	-0,65	64,5	-1,86	-0,88	-0,42	0,21	-1,23	-0,75	-0,28	0,04	8,3

Легенда: DDI - Динамичен индекс при покълването и първоначално развитие на кълна; RI - Относителен индекс на инхибиране; μ - Скорост на нарастване и натрупване на свежа биомаса на кълна; GR% - Темп на поникване; GI - Индекс на развитиеиSVI - Жизненост на кълна.

Legend: DDI - Dynamic index of germination and initial development of the seedling; RI - Relative inhibition index; μ - Growth rate and accumulation of fresh biomass at the seedling; GR% - Germination rate; GI - Development Index andSVI - Vitality of the seedling.

Статистическата обработка на експерименталните резултати позволява да се направи обобщена оценка по отделно, на главното действие на изпитваните фактори: образци от род *Sorghum* (фактор А) и концентрация на приложената почва от ризосферната зона (фактор В). По отношение йерархичното разпределение на варирането между факторите, определящи алелопатичния потенциал на включените в изпитването образци, обясняват 71,8% от тежестта на факторите (η^2)от общото им вариране. Фактор В (концентрация) заема относително висок процент (η^2 = 46,8%) от общата тежест, като разликите са статистически доказани (при P=0.05) в сравнение с

фактор А (образци), който заема по-малък дял (η^2 = 16,3%). Вариансите дължащи се на взаимовръзката между двата фактора А*x*В „образец – концентрация“ заемат незначително дялово участие (η^2 = 8,7%) от общата тежест на проучваните фактори.

Комплексното оценяване на включените в изследването видове от род *Sorghum*, чрез биотестове на почва от ризосферната им зона, върху покълването на семената и нарастването кълна, чрез индекса на развитие (*GI*) на белия синап (*Sinapis alba* L.) е под 80%: Сорго за зърно (от 91,7 до 7,9 $\bar{x}$ 35,6%) >Суданка(от 48,1 до 0.0 $\bar{x}$ 16,7%) >Техническо сорго (метла) (от 49,2 до 0,0 $\bar{x}$ 8,95), които определя силен, статистически доказан инхибиращ ефект, който може да се обясни с наличие на алелохимикали в почвената ризосфера. Според Zucconi (1981) стойностите *GI*≥80% показват наличие на алелопатични или фитотоксични вещества. Следователно отделените от кореновата маса алелохимикали, вероятно се абсорбират и натрупват в ризосферната почвена зона, което обяснява и различията в инхибиращия ефект на донорите върху тест растението.

Промените в почвената микрофлора доказват бионаличността на алелохимикали, за установяване на алелопатичната експресия и оказват влияние върху поведението на веществата с алелопатичен потенциал в зависимост от динамиката на някои метеорологични и едафични фактори. Според Xiao et al. (2020) наличните алелохимикали в ризосферната почвена зона, от една страна могат да потискат развитието на отделни видове или групи микроорганизми, а от друга да оказват стимулиращ ефект, дължащ се на използването на тези съединения от микроорганизмите като въглероден източник.

От представените данни в Таблица 4 е видно, че до фенофаза първи същински лист в година, обезпечена с валежи, каквато е 2018 ($I_{DM\ (deMarton)}$ 28,73), числеността на микроорганизмите от всички изследвани групи с изключение на целулозоразлагащите е по-висока при контролния вариант (угар).

Тази зависимост може да бъде обяснена с отчетената по-висока влажност в контролния вариант (18%), в сравнение с останалите варианти, при които влажността на почвата е 10%. Във фенофаза трети-четвърти лист, както и в седми лист микроскопичните гъби са с по-висока численост присуданкатав сравнение с контролния вариант. При техническото сорго (метла) се установява по-голяма численост на актиномицетите във фенофазафаза трети-четвърти лист.С удължаване периода на вегетация до фенофаза изметляване, получените резултати са аналогични за включените в експеримента видове. Вероятно по-високата численост на актиномицетите и микроскопичните гъби е свързана както със специфичното влияние на кореновите отделяния, така и с продължителното засушаване през летните месеци и по-голямата устойчивост на тези групи микроорганизми към воден дефицит. Амонифициращите и споровите бактерии са с доказано по-висока численост, спрямо контролния вариант при техническото сорго (метла) във фенофаза седми лист. Във фенофаза изметляване почти всички изследвани групи микроорганизми са с по-висока численост, което вероятно се дължи на формираната коренова биомаса, респективно и отделянето на по-голямото количество коренови ексудати на този етап от вегетацията на растенията.

Получените резултати показват, че включените в изследването видове не оказват подтискащ ефект върху развитието на почвената микрофлора. Действието им е специфично в зависимост от онтогенетичното им развитие и конкретните метеоролотични условия. Подчертано стимулиращо въздействие е установено спрямо актиномицетите и микроскопичните гъби.

Таблица 3. Общ алелопатичен потенциал (*OAP*) на почвата от ризосферната зона на включените в експеримента образци от род *Sorghum*в зависимост от проучваните фактори

Table 3. Overall allelopathic potential (*OAP*) of the soil from the rhizosphere zone of the accessions of the genus *Sorghum* included in the experiment depending on the studied factor

Варианти / Variants		Концентрация, Concentration, % w/v	*OAP*
Вид Species	Образци Accessions		
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	Kazitachi	11,1	-7,0a
		20,0	-7,5a
		33,3	-6,7a
		50,0	-5,7a
		Средно/Average	-6,73
	№ 300/43	11,1	-6,3a
		20,0	-7,3a
		33,3	-6,6a
		50,0	-5,9a
		Средно/Average	-6,53
Sorghum bicolor (L.) Moench	№ 1643	11,1	-7,1a
		20,0	-7,7a
		33,3	-6,7a
		50,0	-5,8a
		Средно/Average	-6,83
	№ 16121	11,1	-5,6a
		20,0	-6,7a
		33,3	-6,4a
		50,0	-5,8a
		Средно/Average	-6,13
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	GL15A	11,1	-6,5a
		20,0	-7,2a
		33,3	-6,5a
		50,0	-6,0a
		Средно/Average	
	MI16N	11,1	-5,6a
		20,0	-7,3a
		33,3	-6,9a
		50,0	-6,0a
		Средно/Average	-6,45

**а – статистически недоказани разлики при $LSD_{P=0.5.}$*
** a - statistically insignificant differences at $LSD_{P = 0.5}$*

Таблица 4. Численост на ризосферните микроорганизми (КОЕ/g с.т.) по фенофази от развитието на видове от род *Sorghum* през 2018

Table 4. Number of rhizosphere microorganisms (CFU/g s.t.) at growth stage from development of species of the genus *Sorghum* in 2018

Варианти Variants	Групи микроорганизми Groups of microorganisms				
	Амонифика-тори, 1.10^6 Ammonifiers, 1.10^6	Спорови бактерии, 1.10^6 Spore bacteria's, 1.10^6	Актиноми-цети, 1.10^6 Actinomy-cetes, 1.10^6	Микроск. гъби, 1.10^4 Microsco-pic Mush-rooms, 1.10^4	Целулозораз-лагащи Микроорганизми, 1.10^3 Cellulose decomposing microorganisms, 1.10^3
Фенофази / Grouth stage		Първи лист / First leaf			
Контрола (угар) Control (fallow)	17,68b	16,69b	10,29b	9,59b	5,73a
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	13,70a	2,07a	3,89a	6,15a	4,54a
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	13,33a	1,36a	5,30a	5,37a	5,29a
НМДР P ≤ 0.05	2,74	2,12	1,84	0,93	1,57
		Трети – четвърти лист / Third - fourth leaf			
Контрола (угар) Control (fallow)	90,79ab	2,88b	3,22a	3,51a	3,47a
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	110,29b	1,06a	4,54b	6,14b	4,93b
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	73,42a	1,14a	4,05ab	12,22c	4,78b
НМДР P ≤ 0.05	20,12	0,47	1,30	1,60	0,60
		Седми лист / Seventh leaf			
Контрола (угар) Control (fallow)	50,54a	2,37a	5,07a	8,48a	4,97a
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	73,54b	3,23b	12,73c	15,21b	4,68a
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	48,54a	2,16a	8,71b	14,62b	6,52b
НМДР P ≤ 0.05	19,23	0,51	1,51	3,04	1,26
		Изметляване / Inflorescence emergence, heading			
Контрола (угар) Control (fallow)	19,71a	12,08a	1,76a	3,31a	5,63a
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	36,59b	19,42b	3,00b	2,66b	4,04a
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	46,67c	22,37c	3,54c	10,93c	5,15a
НМДР P ≤ 0.05	6,07	2,36	0,32	1,80	1,64

**Разликите между стойностите в една колона, обозначени с различни букви са статистически доказани при ниво на вероятност P ≤ 0.05.*

**The differences between the values in one column, denoted by different letters are statistically sygnificant at probability level P ≤ 0.05.*

В години с умерено засушаване, каквато е 2019 година ($I_{DM\ (deMarton)}$= 23,98) във фенофаза трети-четвърти лист на културите, не се установяват статистически доказани разлики в броя на амонифициращите неспорови бактерии и целулозоразлагащите микроорганизми в ризосферната почвена зона в сравнение с контролния вариант (Таблица 5). При техническото сорго (метла) се наблюдава стимулиране развитието на микроскопичните гъби, а при суданката – на споровите бактерии. В ризосферната зона на включените в експеримента образци се съдържат по-голям брой актиномицети в сравнение с контролния вариант. Тази тенденция се

запазва при суданкатас удължаване на вегетацията ѝ до фенофаза седми лист. В конкретната фенофаза на проучване се установява стимулиращ ефект върху развитието на споровите бактерии в ризосферната зона при техническото сорго (метла) и суданката, докато при соргото за зърно е установена по-ниска численост на амонифициращите неспорови бактерии и по-висока численост на микроскопичните гъби, спрямо контролния вариант. Установената тенденция се запазва с удължаване периода на вегетацията до фенофаза изметляване на соргото за зърно.

Таблица 5. Численост на ризосферните микроорганизми (КОЕ/g с. т.) по фенофази от развитието на видове от род *Sorghum* през 2019

Table 5. Number of rhizosphere microorganisms (CFU/g s.t.) at growth stage from development of species of the genus *Sorghum* in 2019

Варианти Variants	Групи микроорганизми Groups of microorganisms				
	Амонифика-тори, 1.10^6 Ammonifiers, 1.10^6	Спорови бактерии, 1.10^6 Spore bacteria's, 1.10^6	Актиноми-цети, 1.10^6 Actinomy-cetes, 1.10^6	Микроск. гъби,1.10^4 Microsco-pic Mush-rooms, 1.10^4	Целулозораз-лагащи Микроорганизми, 1.10^3 Cellulose decomposing microorganisms, 1.10^3
Фенофази / Grouth stage		Трети – четвърти лист / Third - fourth leaf			
Контрола (угар) Control (fallow)	86,00a	6,90b	4,07a	9,35a	4,47a
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	95,00a	4,20a	14,07c	11,33b	4,80a
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	87,00a	9,60c	11,70b	9,10a	5,07a
Sorghum bicolor (L.) Moench	80,00a	4,80a	11,63b	8,33a	5,3a
НМДР P ≤ 0.05	18,64	2,34	3,25	1,12	1,23
		Седми лист / Seventh leaf			
Контрола (угар) Control (fallow)	107,33b	4,10a	7,27a	5,21a	5,90a
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	92,33b	13,53c	9,50ab	11,11b	5,20a
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	96,33b	6,33b	11,80b	2,65a	4,93a
Sorghum bicolor (L.) Moench	47,64a	5,30ab	9,6ab	12,82b	5,90a
НМДР P ≤ 0.05	19,96	1,83	2,96	5,14	0,96
		Изметляване / Inflorescence emergence, heading			
Контрола (угар) Control (fallow)	76,63a	6,39a	3,81a	11,85b	6,84a
Sorghum vulgare var. *technicum* Körn.	119,44b	10,83b	7,67b	10,94b	7,26a
Sorghum sudanense (Piper) Stapf.)	84,03a	5,90a	7,01b	6,94a	9,13b
Sorghum bicolor (L.) Moench	98,13a	9,13b	8,23c	7,29a	8,75b
НМДР P ≤ 0.05	31,70	2,43	0,67	2,56	1,70

*Разликите между стойностите в една колона, обозначени с различни букви са статистически доказани при ниво на вероятност P ≤ 0.05

*The differences between the values in one column, denoted by different letters are statistically sygnificant at probability level P ≤ 0.05

Във фенофаза изметлявяне на соргото за зърно, статистически се увеличават споровите бактерии, актиномицетите и целулозоразлагащите микроорганизми, в сравнение с контролния вариант, докато при суданката е увеличен броят само на актиномицетите. При техническото сорго (метла)във фенофаза изметляване се установява увеличение на изследваните групи микроорганизми, докато броят на микроскопичните гъби при соргото за зърно и суданката е намален в сравнение с контролния вариант (угар). Следователно, включените в изследването видове от род *Sorghum* оказват динамично въздействие върху числеността на основните групи почвени микроорганизми в ризосферната почвена зона на културите в зависимост от онтогенетичното им развитие и метеорологичните фактори. Като цяло, най-силно влияние върху микробната ценоза, локализирана в ризосферната почвена зона се установява във фенофаза изметляване на културите, което вероятно е свързано с нарастването на кореновата система на растенията и увеличение на количеството на кореновите ексудати (те, от своя страна, могат да въздействат, както стимулиращо, така и подтискащо върху развитието на ризосферната микрофлора).

От анализът на резултатите е видно, че включените в изследването образци от род *Sorghum* не оказват траен подтискащ ефект спрямо изследваните основни групи почвени микроорганизми през периода на проучването.Получените експериментални резултати са в унисон с публикуваните от Jilani et al. (2008). Според авторите влиянието на почвените микроорганизми под въздействие на алелохимикали е видово специфично, те могат да оказват отрицателно въздействие в алелопатичната интерференция, чрез дезактивиране на водоразтворими фитотоксини или разлагане на токсични съединения за намаляване на алелопатичния ефект или да трансформират безвредните съединения във фитотоксини, като впоследствие да проявяват синергичен ефект с наличните алелохимикали (Lou et al., 2016)

Заключение

Почвата от ризосферната зона в зависимост от вида на донора суданка [*Sorghum sudanense* (Piper) Staf.], сорго за зърно [*Sorghum bicolor* L.] и техническо сорго (метла) [*Sorghum vulgare* var.*technicum* (Körn)] оказва инхибиращ ефект върху лабораторната кълняемост насемената от бял синап (*Sinapis alba* L.). С относително по-силен алелопатичен ефект, условно могат да се определитехническото сорго (метла) (*GI* от 49,2 до 0,0 $\bar{x}$ 8,95), следвано от суданката (*GI* от 48,1 до 0.0 $\bar{x}$ 16,7%) и относително най-слаб при соргото за зърно (*GI* от 91,7 до 7,9 $\bar{x}$ 35,6%), което позволява използването им като покровни култури в годината на създаване на многогодишни бобови фуражни култури или като средство за биологичен контрол на плевелите във ферми с биологично (органично) производство.

Включените в изследването видове от род *Sorghum* оказват динамично въздействие върху числеността на основните групи почвени микроорганизми в ризосферната почвена зона на културите в зависимост от онтогенетичното им развитие - относително по-слабо ввфенофаза първи-четвърти лист и най-силно във фенофаза изметляване на културурите. Суданката, соргото за зърно и техническото сорго (метла) не оказват траен подтискащ ефект, спрямо изследваните основни групи почвени микроорганизми през периода на проучванетои могат да бъдат използвани, като покровни култури при отглеждането на селскоктопански култури.

Литература

Голубинова, И. 2011. Радиационен мутагенез при видовете от род *Sorghum* с акцент върху суданската трева (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.). Селскостопанска наука, 44(5), 3-11.

Голубинова, И., К. Гечев. 2012. Проучване върху мутагенната ефективност и мутагенната ефикасност на гама-лъчите при суданска трева (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.). Селскостопанска наука, 45(1), 42-51.

Голубинова, И., 2012a. Радиочувствителност при суданска трева (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) I. При лабораторни условия. Аграрни науки, 4(10), 53-58.

Голубинова, И., 2012b. Проучване на възможностите за обогатяване на генетичното разнообразие при суданската трева (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) чрез индуциране на мутации с гама–лъчи”. Дисертация, ИФК.

Голубинова, И., П. Маринов-Серафимов. 2019. Влияние на метеорологичните условия върху натрупването на циангликозиди при техническо сорго (метла) (Sorghum vulgare var. technicum Körn.). Field Crop Studies, XII(3), 71-82.

Грудева, В., П. Мончева, С. Недева, В. Гьошева, С. Антонова-Недева, С. Наумова. 2007. Ръководство за практически занятия по микробиология, Издание на СУ „Климент Охридски“, стр. 356.

Кръстева, В., Б. Георгиев, М. Теохаров, М. Банов, Е. Филчева, Р. Илиева, Т. Шишков, И. Любенова, Н. Митева, П. Иванов, З. Митрева, Б. Христов, М. Христова, И. Кирилов и Г. Димитров. 2015. Агрономическа пригодност на черноземите за отглеждане на селскостопански култури. Черноземите в България. Проблеми, оценка, използване и опазване. Научни трудове, с. 175- 188.

Митев, Г., Кр. Братоев, Х, Христов. 2012. Предпоставки за намаляване на почвеното засушаване чрез внасяне на водоакумулиращи материали в подорния слой на почвата. Научни трудове на Русенския Университет, том 51, серия 1.1, 77-81.

Теохаров, Методи, Б. Христов, Л. Малинова, Р. Петрова, В. Цолова, М. Банов, Е. Желева, Ир.Атанасова, Р. Илиева, Я. Кавърджиев, С. Попандова, Р. Попова, В. Колчаков, Ив. Кирилов, Ив. Любенова, М. Харизанова, Н. Андреева, М. Стойкова, Св. Русева, Б. Георгиев, В. Кръстева, З. Митрева, В. Панков. 2019. Генетична и приложни класификации на почвите и земите в БЪЛГАРИЯ. Българско Почвоведско Дружество, София.

Alsaadawi, I.and F.Dayan. 2009. Potentials and prospects of sorghum allelopathy in agroecosystems. Allelopathy Journal, 24(2), 255–270.

Al-Tavaha, A. and N. Odat, 2010. Use of sorghum and maize allelopathic properties to inhibit germination and growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*). Not. Bot. HortiAgrobot. Cluj Napoca, 38(3), 124–127.

Baerson, S., A. Rimando and M., Z.Pan. 2008. Probing allelochemical biosynthesis in sorghum root hairs. Plant signaling & behavior, 3(9), 667–670.

Cheema, Z. and A.Khaliq. 2000. Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab. Agriculture, Ecosystems & Environment, 79(2–3), 105-112.

Czarnota, M., A. Rimando and L. Weston. 2003. Evaluation of root exudates of seven sorghum accessions. Journal of Chemical Ecology, 29, 2073-2083,

Dayan, F., J, Howell and J. Weidenhamer. 2009. Dynamic root exudation of sorgoleone and its in planta mechanism of action, J. Exp. Bot., 60, 2107–2117.

Dauta, A., J.Devraux, F.Piquemal and L.Boumnich. 1990. Growth rate of four freshwater algae in relation to light and temperature. Hydrobiologia, 207, 221-226.

Eassa, S., A. Balah, S. Afiah and A. El-Hadidy. 2018. Allelopathic activity of *Sorghum bicolor* root parts and exudates on Bipolaris sorokiniana. J. Crop Prot. 7, 259–271.

Einhellig, F. 1995. Allelopathy-current status and future goals, in *Allelopathy: Organisms, Processes, and Applications*, eds Inderjit A., Dakshini K. M. M., Einhellig F. A. (Washington, D., American Chemical Society Press), 1–24.

Inderjit and S. Duke. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy. Planta, 217(4), 529–539. http://www.jstor.org/stable/23388096.

Farooq, M., S. Bajwa and Z. Cheema. 2013. Application of allelopathy in crop production. Int. J. Agric. Biol., 15(6), 1367–1378.

Fujii, Y., A. Furubayashi and S. Hiradate. 2005. Rhizosphere soil method: a new bioassay to evaluate allelopathy in the field, Proceedings of the 4th World Congress on Allelopathy, "Establishing the Scientific Base", Wagga Wagga, 490-492.

Gariglio, N., M, Buyatti, R. Pillati, D. Rossa and M. Acosta. 2002. Use a germination bioassay to test compost maturity of willow (*Salix* sp.) sawdust.New Zealand, J of Crop Hort Sci., 30, 135-139.

Golubinova, I. and K. Gecheff. 2011. M1 cytogenetic and physiological effects of gamma-rays in Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.). Bulg. J. Agric. Sci., 17, 417-423.

Hassan, M., H. Daffalla, S. Yagoub, M. Osman, M. Gani and A. Babiker. 2012. Allelopathic effects of some botanical extracts on germination and seedling growth of *Sorghum bicolor* L. Journal of Agricultural Technology, 8 (4),1423-1469.

Hinkelmann, K. and O. Kempthorne. 1994. Design and analysis of experiments, New York:Wiley and Sons.

Hussain, M. and M. Reigosa. 2017. Evaluation of photosynthetic performance and carbon isotope discrimination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) under allelochemicals stress. Ecotoxicology, 26, 613–624.

Hussain, M., S. Danish, A. Sánchez-Moreiras, Ó. Vicente, K. Jabran, U. Chaudhry, F. Branca and J. Reigosa. 2021b. Unraveling Sorghum allelopathy in agriculture: Concepts and Implications. Plants, 10, 1795. https://doi.org/10.3390

Hussain, A., X. Ding, M. Alariqi, H. Manghwar, F. Hui, Y. Li, J. Cheng, Ch. Wu, J. Cao and S. Jin. 2021a. Herbicide resistance: Another hot agronomic trait for plant genome editing. *Plants,* 10(4), 621-634.

IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Jamshidi, S., S.Hashemizadeh and S. Shahrokhi. 2011. Assessment of auto-allelopatic potential of broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum*). In: International conference on Asia agriculture and animal IPCBEE, vol.13, IACSIT Press, Singapoore

Jesudas, P., K. Jayasurya and S. Ignacimuthu. 2014. Sorgoleone from *Sorghum bicolor* as a potent bioherbicide. Research Journal of Recent Sciences, 3, 32-36.

Jilani, G., S. Mahmood, A. Chaudhry, I. Hassan and M. Akram. 2008. Allelochemicals: sources, toxicity and microbial transformation in soil - a review. Ann. Microbiol, 58, 351–357. https://doi.org/10.1007/BF03175528.

Kandhro, M., H. Memon, M. Laghari, A. Baloch and M.Ansari. 2016. Allelopathic impact of Sorghum and Sunflower on germinability and seedling growth of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Journal of Basic & Applied Sciences,12:98-102.

Karmegam, N., M. Kalpana and M. Prakash. 2014. Allelopathic effect of aqueous root bark extract of *Tamarindus indica* L. and rhizosphere soil on germination and seedling growth of *Oryza sativa* L. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 3(3), 505-514.

Lankau, R. 2010. Soil microbial communities alter allelopathic competition between *Alliaria petiolata*and a native species. Biol Invasions, 12,2059–2068.

Lehle, F. and A. Putman. 1983. Allelopathic potential of sorghum (Sorghum bicolor): isolation of seed germination inhibitors. J. Chem. Ecol. 9(8), 1223–1234. http://dx.doi.org/10.1007/BF00982224.

Lou, Y., A. Davis and A. Yannarell. 2016. Interactions between allelochemicals and the microbial community affect weed suppression following cover crop residue incorporation into soil. Plant Soil, 399, 357–371.DOI 10.1007/s11104-015-2698-8.

Mahmood, K., M. Khan, M. Ijaz, H. Ullah, A. Mahmood, Y. Song, S. Luo and R. Zeng. 2013. Exogenous application of signaling compounds enhances rice allelopathic potential in rhizosphere soil. Int. J. Agric. Biol., 15, 1319-1324.

Marchi, G., E. Marchi, G. Wang and M. Mcgiffen. 2008. Effect of age of a sorghum-sudangrass hybrid on its allelopathic action. Planta daninha, 26(4), 707-716.

Mushtaq, W., M. Siddiqui and K. Hakeem, 2020. Allelopathy potential of important crops. Allelopathy, pages 25-35.

Rice, E. 1984. Allelopathy. 2nd edition. Academic Press, Orlando, Florida.

Roth, C., P. James and M.Gary, 2000. Allelopathy of sorghum on wheat under several tillage systems. Agron. J., 92, 855–860.

Sabahie, M., S. Vazan, M. Oveisi and F.Golzardi, 2014. Evaluation of allelopathic effects of aqueous extract of Sorghum crops (*Sorghum bicolor* L.) on germination Red root pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 3(11), 129-132.

Sarr, P., Y. Ando, S. Nakamura, S. Deshpande and G. Subbarao, 2020 Sorgoleone release from sorghum roots shapes the composition of nitrifying populations, total bacteria, and archaea and determines the level of nitrification. Biol Fertil Soils, 56,145–166. https://doi.org/10.1007/s00374-019.

Smith, O. 2013. Allelopathic Potential of the Invasive Alien Himalayan Balsam (*Impatiens glandulifera* Royle). A thesis submitted to Plymouth University in partial fulfilment for the degree of Doctor of Ph.D.

Tibugari, H., N.Manyeruke, G. Mafere, M. Chakavarika, L. Nyamuzuwe, P. Marumahoko and R. Mandumbu. 2019. Allelopathic effect of stressing sorghum on weed growth. Cogent Biology, 5, 1. DOI: 10.1080/23312025.2019.1684865

Uddin, M., S. Park, F. Dayan and J. Pyon. 2014, Herbicidal activity of formulated sorgoleone, a natural product of sorghum root exudate.Pest Management Science,70, 2, 252–257.

Weston, L. and M. Czarnota, 2001. Activity and persistence of sorgoleone, a long-chain hydroquinone produced by *Sorghum bicolor*. J.Crop. Prod., 4, 363–377.

Weston, L., I. Alsaadawi and S. Baerson. 2013. Sorghum Allelopathy—From Ecosystem to Molecule, Chem. Ecol., 39, 2, 142-53.

Williamson, G. and D. Richardson. 1988. Bioassays for allelopathy: measuring treatment responses with independent controls. J. Chem. Ecol., 14, 181-188.

Worthington, M. and C. Reberg-Horton. 2013. Breeding cereal crops for enhanced weed suppression: optimizing allelopathy and competitive ability.J. Chem. Ecol.,39, 2, 213-31.

Wurst, S.and S. van Beersum. 2009. The impact of soil organism composition and activated carbon on grass-legume competition. Plant Soil, 314, 1–9. https://doi.org/10.1007/s11104-008-9618-0.

Xiao, Z., T. Zoub, Sh. Lua and Zh. Saudi. 2020. Soil microorganisms interacting with residue-derived allelochemicals effects on seed germination. Journal of Biological Sciences, 27(4), 1057-1065.

Zuo, S., X. Li, Y. Ma and S. Yang. 2014. Soil microbes are linked to the allelopathic potential of different wheat genotypes. Plant and Soil, 378(1/2), 49-58.

Zahid, A., K. Abdul and A. Saleem. 2001. Use of Sorghaab (Sorghum water extract) as a natural weed Inhibitor inSpring Mungbean. Journal of Agricultural Biology, 3(4), 515-518.

Zucconi, F. 1981. Evaluating toxicity of immature compost. Biocycle,22(2), 54-57.

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДЕСИКАНТИ ПРИ СОРГО ЗА ЗЪРНО [*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH] И ТЯХНОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ПОЧВЕНАТА МИКРОФЛОРА, НЕПОСРЕДСТВЕНО СЛЕД ТРЕТИРАНЕ НА КУЛТУРАТА

Йонита Перфанова[1], Пламен Маринов-Серафимов[2]

[1]Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров”, Селскостопанска Академия,
[2]Институт по фуражните култури, Селскостопанска Академия
JPerfanova@gmail.com

Резюме

В лабораторни и полски изследвания, проведени в Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров”, София и Института по фуражните култури, Плевен през периода 2017-2019 е установен десикационния ефект на група хербициди при сорго за зърно [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] и е определено влиянието им върху основни групи почвени микроорганизми - амонифициращи микроорганизми, бактерии усвояващи минерален азот, актиномицети, микроскопични гъби и целулозоразграждащи микроорганизми. Установено е, че Реглон Форте (150 g/l дикват) и Диква 20 СЛ (200 g/l дикват), приложени във физиологична зрелост на културата в дози 250 и 500 ml/da предизвикват бърз инициален десикационен ефект на надземната биомаса (от 85 до 95%) и редуцират съдържанието на влага в семената (от 25,0 до 54,3%) до десет дни след третирането. Биологичния продукт Сегадор е ефективен за намаляване влажността в надземната биомаса (от 90 до 95%) и дехидратацията на семената (от 42,6 до 46,3%) до десет дни след третирането и оказва положително влияние върху разпространението на актиномицетите в почвата. Сегадор може да бъде използван като десикант в дози от 12,0 до 24,0% при биологично производство на сорго за зърно във ферми в конверсен период от конвенционално към биологично (органично) производство.Приложението на десиканти при сорго за зърно оказва избирателно въздействие върху разпространението на включените в изследването групи почвени микроорганизми. Прилагането на Реглон Форте в доза 250 ml/da влияе положително върху развитието на почвената микрофлора. Диква 20 СЛ - 250 ml/da подтиска растежа на амонифициращите микроорганизми, бактериите усвояващи минерален азот, микроскопичните гъби и целулозоразграждащите микроорганизми, докато при актиномицетите предизвиква усилен растеж.

Ключови думи: десиканти, конвенционални продукти, билогични продукти, почвени микроорганизми

POSSIBILITIES FOR APPLICATION OF DESICANTS IN SORGO FOR GRAIN [*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH] AND THEIR EFFECT ON SOIL MICROFLORA, IMMEDIATELY AFTER TREATMENT OF THE CROP

Jonita Perfanova*[1], Plamen Marinov-Serafimov[2]

[1]Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy
[2]Institute of Forage Crops, Agricultural Academy
JPerfanova@gmail.com

Abstract

During the period 2017-2019, in the Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection "Nikola Pushkarov", Sofia and the Institute of Forage Crops, Pleven, desiccation effect of a group of herbicides in sorghum for grain [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] and their influence on the main groups of soil microorganisms - ammonifying microorganisms, bacteria absorbing mineral nitrogen, actinomycetes, microscopic fungi and cellulose-degrading microorganisms were studied in laboratory and field conditions.

It was found that: Reglon Forte (150 g/l diquat) and Dikva 20 SL (200 g/l diquat) applied at grow stage physiological maturity of the culture at the doses of 250 and 500 ml/da cause a rapid initial desiccation effect of aboveground biomass (from 85 to 95%) and reduce the moisture content of the seeds (from 25.0 to 54.3%) to ten days after treatment. The biological product Segador is effective for reducing the moisture in the aboveground biomass (from 90 to 95%) and dehydration of the seeds (from 42.6 to 46.3%) for up to ten days after treatment and had a positive effect on the distribution of actinomycetes in the soil. Segador can be used as a desiccant in doses of 12.0 to 24.0% in organic crop production or in farms in the conversion period from conventional to organic (organic) production. The application of desiccants in grain sorghum has an selectivve effect on the studied groups of soil microorganisms. The application of Reglon Forte at a dose of 250 ml/da has a positive effect on the development of the soil microflora. Dikva 20 SL applied at a dose of 250 ml/da had inhibitory effect of the growth of ammonifying microorganisms, nitrogen-absorbing bacteria, microscopic fungi and cellulose-degrading microorganisms, while in actinomycetes it causes increased growth.

Key words: desiccants, conventional products, biological products, soil microorganisms.

Въведение

Видовете от род *Sorghum* включително и сорго за зърно [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] благодарение на ценните си стопански и биологични качества, високодобивност, доказан алелопатичен потенциал, толерантност към стресови фактори (сухоустойчивост, соленоустойчивост, и др.), устойчивост към болести и неприятели, разнообразно използване за индустриални и фуражни цели заемат значително място в световното земеделие (Dahlberg et al., 2011, Golubinova and Gecheff, 2011; Golubinova, 2012; Kalinova et al., 2012; Golubinova and Ilieva. 2014; Dille et al., 2020). Едновременно с това се изтъкват и някои недостатъци при реколтирането на семената. Във фаза физиологична зрелост, съдържанието на вода в семената варира в диапазона от 23 до 35%, докато стеблата и част от листната маса на растенията са със запазен тургор, което потенциално може да доведе до увеличаване загубите в добива на семена. Наличието на по-големи количества зелена биомаса при реколтирането им, е предпоставка за механични повреди по семената, както и за намножаване на фитопатогенни гъби при съхранението им. За запазване жизнеността и посевните качества, влагата в семената при съхранение трябва да се доведе до 11-13% (Copeland, 2001; Copeland and Mcdonald, 2001; Golubinova and Vasilevska-Ivanova, 2008). Според обобщените проучвания на Dejene et al. (2004) и Lemessa et al. (2000) реколтирането на семената от сорго за зърно с повишена влажност, която е биологично обусловена, както и в резултат на вторично овлажнение под влияние на някои метеорологични фактори (валежи, мъгла и др.), налагат допълнителни разходи и оборудване, свързани със просушаването им. За да се предотврати отрицателното въздействие на тези фактори е наложително да се извърши химично изсушаване (десикация) на растенията, преди реколтирането им.

Десикацията на сорго за зърно може да се разглежда, като неразделна част от технологията на отглеждането му (Gigax and Burnside, 1976; Cisneros-López et al.,

2017). Третирането с десиканти спомага за бързо и ефективно реколтиране на добива от семена и значително намалява разходите за прибиране на продукцията, особено в условия на преовлажняване и висока степен на заплевеляване на посевите (Tibugari et al., 2020).

Според обобщените проучвания на Benech-Arnold and Rodríguez (2018), de Barros et al. (2019) физиологичното въздействие на десикантите (хербициди с контактно или системно тотално действие) се основава на необратими трансформации на клетъчните колоиди, образуват се оксиди които разрушават клетъчните мембрани и цитоплазмата, в следствие на което отслабва способността на тъканите да задържат вода в резултат на което се ускоряват процесите на дехидратация на растенията и семената. Прилагането на десиканти оказват положителен ефект върху биологичните процеси, протичащи в растенията. В резултат на механизма на действие на десикантите в третираните посеви на сорго за зърно, динамиката на постъпване на хранителни вещества и натрупването на суха маса се прекратява, узряването на вече образуваните семена се ускорява, а съдържаното на влага в тях намалява, без да оказва негативно влияние върху посевните и хранителните им качества (Xin et al., 2017; de Barros et al., 2019; 2020).

През последните десетилетия интегрирано управление на плевелите (IWM – Integrated Weed Management) свързано с приложението на продукти за растителна защита с хербициден ефект, като стратегия се популяризира в цял свят (World Health Organization, 2020). Съгласно Директива на Европейския съюз 2009/128/ЕС се търсят нови еколосъобразни решения за приложение на хербицидните формулировки с цел, намаляване на екологичните проблеми, възникнали от прекомелната им употреба. В редица изследвания е установено, че за формирането и развитието на агрофитоценозите, съществено значение оказват биологични процеси свързани динамиката на много видове почвени микроорганизми, които оказват благоприятно влияние върху развитието на растенията, подобряват почвеното плодородие (Perfanova and Donkova, 2017, Raykova, 1977), оказват влияние при разлагането на органичните вещества и др.

Успешното и безопасно използване на хербициди с десикационен ефект изисква диференциран подход при прилагането им, съобразно агроекологичните и едафични условия. Третирането на посевите със съвременни продукти за растителна защита и в частност на десиканти изисква, запазване и поддържане на високо почвено плодородие, опазване на полезната почвена микрофлора, предотвратяване на акумулирането им в почвата и тяхната миграция в подпочвените води (Калоянова и кол. 2008). В проучванията на Petkova and Donkova (2000); Petkova and Donkova (2001); Калоянова и кол. (2008) третирането с хербициди води до незабавни промени в числеността и активността на почвените микроорганизми, което се отразява върху скоростта и характера на биологичната им деградация. Аналогични са и получените резултати в експерименталната работа на Latha and Gopal (2010). Според авторите, употребата на десиканти променят средата за развитие на почвената микрофлора в следствие на което предизвикват промени върху количеството и активността на основни групи почвени микроорганизми. Следователно, земеделските практики, които налагат използване на хербициди, трябва да бъдат съобразени с опазването и подобряването качеството на почвите, увеличаване на добива и качеството на получената продукция, но и с доказано индиферентно или положително влияние върху почвената микрофлора.

Целта на настоящето изследване е да се установи десикационния ефект на група хербициди при сорго за зърно [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] и да се оцени влиянието им върху почвената микрофлора.

Материали и методи

Проучването е проведено в опитното поле на Институт по фуражните култури - Плевен през периода 2017-2019 година върху слабо излужен, средномощен черноземпри неполивни условия. Опитът е заложен по перпендикулярния метод, рандомизирано в три повторения с големина на опитната площ 5 m^2. За извършване на проучването е използвано сорго за зърно [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] хибридна линия № 1643 от работната колекция на Института по фуражни култури, Плевен (Golubinova and Vasilevska-Ivanova, 2008). Хербицидите включени в проучването са регистрирани за употреба в България Реглон Форте (150 g/l дикват), Диква 20 СЛ (200 g/l дикват), Екопарт турбо (26,5 g/l пирафлуфен – етил) Раундъп (360 g/l глифозат плюс 180 g/l сърфактант) и Сегадор (биологичен тор с контактен тотален хербициден ефект) представлява комплекс от естествен хидроксифосфат, под формата на емулсия и естествени повърхностно активни вещества [25,5% водоразтворим фосфор (P_2O_5), 0,20% водоразтворим цинк (Zn)]. Съгласно APA/1470/2007 в Испания продуктът е регистриран като „Друг начин за растителна защита“ и се прилага като допълнение при извеждане борбата срещу плевелите (http://www.green-smile.com/site/?page_id=354). Дозите, сроковете и приложението им са представени в Таблица 1.

Внасянето на десикантите (хербициди с тотално контактно и системно действие) е извършено във фенофаза восъчна зрелост на културата (BBCH 83-85) с гръбна пръскачка за експериментални цели „РТР 18“ с три конични дюзи и дължина на щангата 1 m при разход на работен разтвор 30 l/da, налягане Pmax 3 bar, Vmax 1.64 l и Qmax 0.63 l/min. За контрола е използвана дестилирана вода. Проследявани са следните показатели: Фенологичните наблюдения на културата са извършвани по BBCH scale (Meier, 2018) върху 25 бр. маркирани растения във всички варианти и повторения на опита, като са избирани типични за посева, последователно разположени растения. Влажност на семената (%), десикация на стеблата и листата (%). Поради еднопосочност на получените резултати, независимо от динамиката на метеорологичните фактори през годините на проучване, данните са представени средно за периода 2017-2019. Почвеното пробовземане е направено от повърхностния почвен пласт (0-5 cm). Определен е инициалния ефект на въздействие на включените в изследването десиканти върху почвената микрофлора, след третирането на посева.

Количеството на основните групи почвени микроорганизми е определено по метода на десеткратните разреждания, чрез посяване на почвени суспензии върху селективни агаризирани хранителни среди (Grudeva et al., 2006). Определени са следните физиологични и таксономични групи почвени микроорганизми: амонифициращи микроорганизми – на месо-пептонен агар (МПА) след тридневна инкубация; микроскопични гъби – върху подкиселена среда на Чапек – след седемдневна инкубация; актиномицети и бактерии усвояващи минерален азот – скорбяло-амонячен агар – след седемдневна инкубация и целулозоразлагащи микроорганизми – върху среда на Гутчинсон - след четиринайсетдневна инкубация.

Получените експериментални резутати са обработени математико-статистически, чрез използване на софтуерния продукт Statgraphics 2.1.

Резултати и обсъждане

Химическото изсушаване (десикация) на културите се прилага, като стандартна практика, преди реколтирането на надземната биомаса и/или семената при видовете от род *Sorghum* (Baur et al, 1977; Colauzzi et al., 2018; de Barros et al., 2020). Основното

Таблица 1. Варианти на опита, дози и срокове на приложение на десикантите
Table 1. Experimental treatments, doses and timing of desiccants application

Варианти / Variants		Доза, ml/da/% Dose, ml/da/%			BBCH*
Активно вещество Active ingredients	Търговски продукти Commercial products				
Контрола (нетретирана) Control (without treatments)					
150 g/l дикват 150 g/l diquat	Реглон Форте Reglon Forte	250	500		83-85
200 g/l дикват 200 g/l diquat	Диква 20 СЛ Dikva 20 SL	250	500		83-85
26,5 g/l пирафлуфен – етил 26,5 g/l pyraflufen-ethyl	Екопарт Турбо Ecopart Turbo	30	60	120	83-85
25,5% водоразтворим фосфор (P2O5), 0,20% водоразтворим цинк (Zn) 25,5% water-soluble phosphorus (P2O5), 0,20% water-soluble zinc (Zn)	Сегадор Segador	8,0 %	12,0 %	24,0 %	83-85
360 g/l глифозат + 180 g/l сърфактант 360 g/l glyphosate + 180 g/l surfactant	Раундъп (еталон) Roundup (standard)	400	-		83-85

* Фенофаза от развитието на растенията по BBCH scale на Meier (2018)
* Growth stages and development plants on Meier's BBCH scale (2018)

предимство при извършването на десикацията на соргото за зърно е, че периода на реколтиране на посевите може да бъде по-точно локализиран, като се минимализират загубите свързани с биологичните особености на културата - неедновременното настъпване на физиологична зрелост на семената в метлицата, запазване на зелена биомаса от листа и стебла по време на реколтиране на семената от културата (Ottman, 2009; Griffin et al., 2010).

От представените резултати в Таблица 2 е видно, че разликите при десикацията на различните части на растенията (листа, стебла и семена), могат да се обяснят с начина на действието на включените в експеримента хербициди. От анализа на данните е видно, че включените в изследването хербициди с контактно и/или системно действие, предизвикват по-бързо обезводняване (десикация) на растенията в сравнение с нетретираната контрола. Относително по-бързия процес на десикация на надземната биомаса на културата се установява при приложение на дикват (Реглон Форте и Диква 20 СЛ), както при регистрираните, така и при удвоените дози, което вероятно се дължи на биохимичният им начин на действие. Според Sherwani et al. (2015) хербицидите на база дикват инхибират електронния поток при фотосинтезата на растенията, като се освобождават свободни радикали, които бързо увреждат клетъчните мембрани. В резултат на това, симптомите на лезии се появяват много бързо по листата и стеблата. Предизвиканият бърз инициален десикационен ефект позволява реколтирането на семената от соргото за зърно, да се извърши до четиринадесет дни, след третирането му. Аналогични са и получените резултати в експерименталната работа на Dukic et al. (2006) и Shabaldas et al. (2021). Според авторите, използването на десиканти преди реколтирането на посевите от сорго за зърно минимализира загубите, свързани с неблагоприятни метеорологични условия в периода на семеобразуване, осигурява по-бързо и ефективно овършаване и намаляват разликите в зрелостта на семената в метлицата, което се определя от биологичните особености на културата.

Глифозатът (Раудъп) приложен в доза 400 ml/da предизвиква относително по-бавно десикационния процес при сорго за зърно. До 5 DAT (дни след третирането) предизвиква по-слабо химическо изсушаване на растенията, въпреки че, тези разлики са статистически значими ($LSD_{P=0.05}$), в сравнение с контролния вариант, както и с приложените тотални хербициди на база дикват. С удължаване периода на вегетация 10 DAT, наблюдаваните разлики в десикационния ефект се запазват. Тази зависимост може да бъде обяснена с механизма на действие на търговския продукт (Раудъп), свързан с по-бавното му абсорбиране и транслокация през флоемата и меристемните тъкани, чрез които се инхибират синтеза на триптофан и много други биохичини процеси, в следствие на което, предизвиква химическо изсушаване на надземната биомаса и загиване на растенията до три седмици след приложението му (Blackburn and Boutin, 2003; Peerzada et al., 2017; Kanissery et al., 2019).

Прилагането на Екопарт Турбо в дози 30,0, 60,0 и 120,0 ml/da не предизвиква химическо изсушаване на културата, като стойностите на проучваните показатели са близки с тези при нетретираната контрола, а разликите са статистически недоказани при $LSD_{P=0.05}$. Наблюдаваните различия на 5 и 10 DAT, могат да бъдат обяснени с динамиката в онтогенетичното развитие на културата.

Десикационният ефект на биологичния продукт Сегадор приложен в 8,0% разтвор, пет дни след третирането е относително слаб (30% при листата и 10% по отношение на стеблата), въпреки че стойностите са статистически значими ($LSD_{P=0.05}$) в сравнение с контролния (нетреиран) вариант. С увеличаване на концентрацията на 12,0 и 24,0%, десикационната ефикасност на продукта варира в границите 50-60% при листата и 40-50% при стеблата, като не се установяват статистически значими разлики при по-високите приложени концентрации.

Високи нива на редукция в надземната свежа биомаса (листа – 95% и стебла – 90-95%), се установяват 10 DAT на посева, като не се наблюдават съществени визуални различия в десикационния ефект на биологичния продукт. Аналогични са и получените резултати по отношение дехидратацията на семената. Пет дни след третирането (DAT) влажността на семената, след приложение на най-ниска доза Сегадор – 8,0% е с близки стойности в сравнение с контролния (нетретиран) вариант, като разликите са статистически недоказани. С увеличаване концентрацията на биологичния продукт на 12,0 и 24,0% дехидратацията на семената нараства от 42,6 до 46,3% в сравнение с контролния вариант, като стойностите са статистически доказани ($LSD_{P=0.05}$) в сравнение с приетия за стандарт Раудъп и близки по стойности с приложените дози на търговския продукт Реглон Форте. С удължаване периода на вегетация 10 DAT наблюдаваните разлики се запазват. Следователно биологичния продукт Сегадор е ефективен за намаляване на влажността в надземната биомаса (листа, стебла и семена) при сорго за зърно, но само при по-високите дози на приложение 12,0 и 24,0% и може да бъде използван като десикант при биологично производство на сорго за зърно или във ферми в конверсен период от конвенционално към биологично (органично) производство. Независимо от доказаният десикационен ефект на включените в изследването Раундъп (360 g/l глифозат + 180 g/l сърфактант), Реглон Форте (150 g/l дикват), Диква 20 СЛ (200 g/l дикват) и биологичния продукт Сегадор в контекста на доклад № 05/2020 на ЕС за постигне устойчива употреба на продуктите за растителна защита, свързани с опазването на почвите, почвената микрофлора и биологичното разнообразие в тях е изследвано инициалното въздействие на десикантите върху почвената микрофлора.

Таблица 2. Влияние на включените в изследването хербициди върху редуциране влажността на семената и десикацията на надземната биомаса при сорго за зърно

Table 2. Influence of the herbicides included in the study on the reduction of seed moisture and desiccation of aboveground biomass in sorghum for grain

Вариант Treatment		Доза, ml/da/% Dose, ml/da/%	Влажност на семената, % дни след третирането (DAT) Seed moisture,% days after treatment (DAT)			Десикация на листа и стебла, % дни след третирането (DAT) Leafs and stem desiccation, % days after treatment (DAT)			
			0 DAT	5 DAT	10 DAT	5 DAT		10 DAT	
						L	*S*	*L*	*S*
1	Контрола (нетретирана) Control (without treatments		23,3a	21,6a	16,4a	10a	0a	15a	0a
2	Реглон Форте	250	24,1a	12,6c	8,3bc	45c	35d	95c	85c
3	Reglon Forte	500	23,6a	11,4c	7,5c	50c	40d	95c	90c
4	Диква 20 СЛ	250	23,5a	12,3c	8,4bc	50c	40d	95c	90c
5	Dikva 20 SL	500	23,7a	11,9c	7,8c	50c	50e	95c	95c
6	Екопарт Турбо Ecopart Turbo	30	23,3a	21,6a	16,4a	10a	0a	15a	0a
7		60	23,3a	15,2b	16,7a	10a	0a	15a	0a
8		120	23,5a	15,4b	16,3a	10a	0a	15a	0a
9	Сегадор Segador	8,0%	23,4a	18,9a	15,9a	30b	10b	60b	45b
10		12,0%	23,4a	12,4c	10,1b	50c	40d	95c	90c
11		24,0%	23,7a	11,6c	8,7bc	60d	50e	95c	95c
12	Раундъп (еталон) Roundup(standard)	400	23,8a	14,3b	10,6b	30b	25c	60b	45b

Легенда: L – листа; S – стебла; a, b, c, d – статистически доказани разлики при $LSD_{P=0.05}$
Legend: L - leaves; S - stems; a, b, c, d - statistically significant differences at $LSD_{P=0.05}$

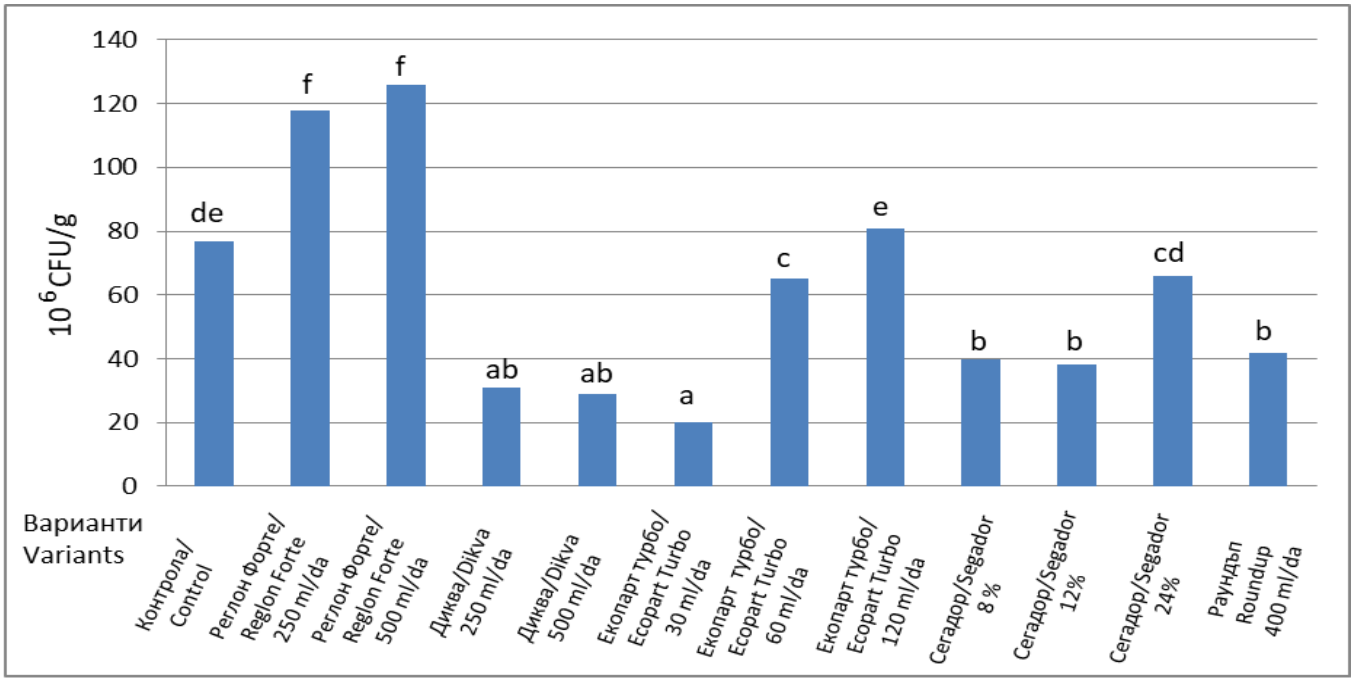
Прилагането на химични изсушители (десиканти) при сорго за зърно, оказват влияние върху амонифициращи микроорганизми в почвата, непосредствено след третиране на посева (Фигура 1). Внасянето на Реглон Форте в дози 250 и 500 ml/da, както и Екопарт турбо - 120 ml/da, засилват процесите на разлагане на трудно минерализиращите се органични вещества. Аналогични са и получените резултати в експерименталната работа на Latha and Gopal (2010). Според авторите, въпреки първоначалния спад на микробиалната популация в почвата, след третирането с хербициди, количеството на наличните микроорганизми е статистически недоказано намалено, в сравнение с контролните (нетретирани) варианти.

Включените в изследването десиканти не предизвикват статистически доказан ефект ($LSD_{p=0.05}$) върху разпространението на бактериите, усвояващи минерален азот в почвата. За условията на проучването, минерализационните процеси протичат интензивно, с изключение на вариантите третирани с Диква 20 СЛ в дози 250 и 500 ml/da. Екопарт турбо приложен в доза 60 ml/da, както и биологичния продукт Сегадор оказват статистическо недоказано влияние върху разпространението на бактериите, усвояващи минерален азот, спрямо нетретираната контрола (Фигура 2).

Най-високата приложена доза (24,0%) на биологичния продукт Сегадор, оказва силно моментно положително въздействие върху развитието и разпространението на актиномицетите (Фигура 3). Тази зависимост може да бъде обяснена с комплекса от естествени хидроксифосфати, налични в търговския продукт, които вероятно оказват силно моментно въздействие върху развитието на на актиномицетите.

Непосредствено след приложението на Реглон Форте в завишена доза 500 ml/da се установява забавяне в развитето на актиномицетите в повърхностния почвен слой. Следователно, използваните десиканти оказват преходно влияние върху растежа и развитието на актиномицетите в почвата, а влиянието им се определя от

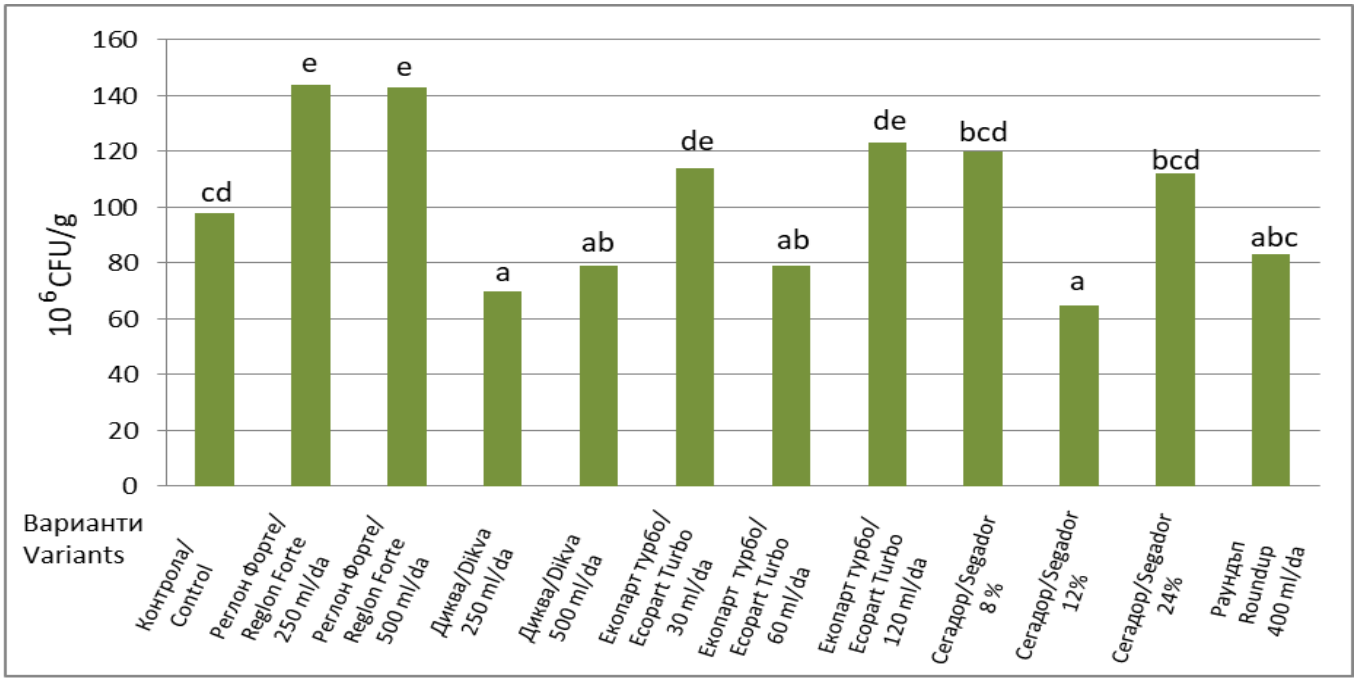
вида и процентното съдържание на активните вещества в предлаганите на пазара търговски продукти. Получените експериментални резултати са в унисон със съобщените от Šantrić et al. (2016). Внасянето на Реглон Форте – 250 ml/da и Сегадор – 8,0%, като десиканти при сорго за зърно, оказват статистически недоказан стимулиращ ефект ($LSD_{P=0.05}$) върху разпространението на микроскопичните гъби.



a, b, c, d – статистически доказани разлики при $LSD_{P=0.05}$
a, b, c, d - statistically significant differences at $LSD_{P=0.05}$

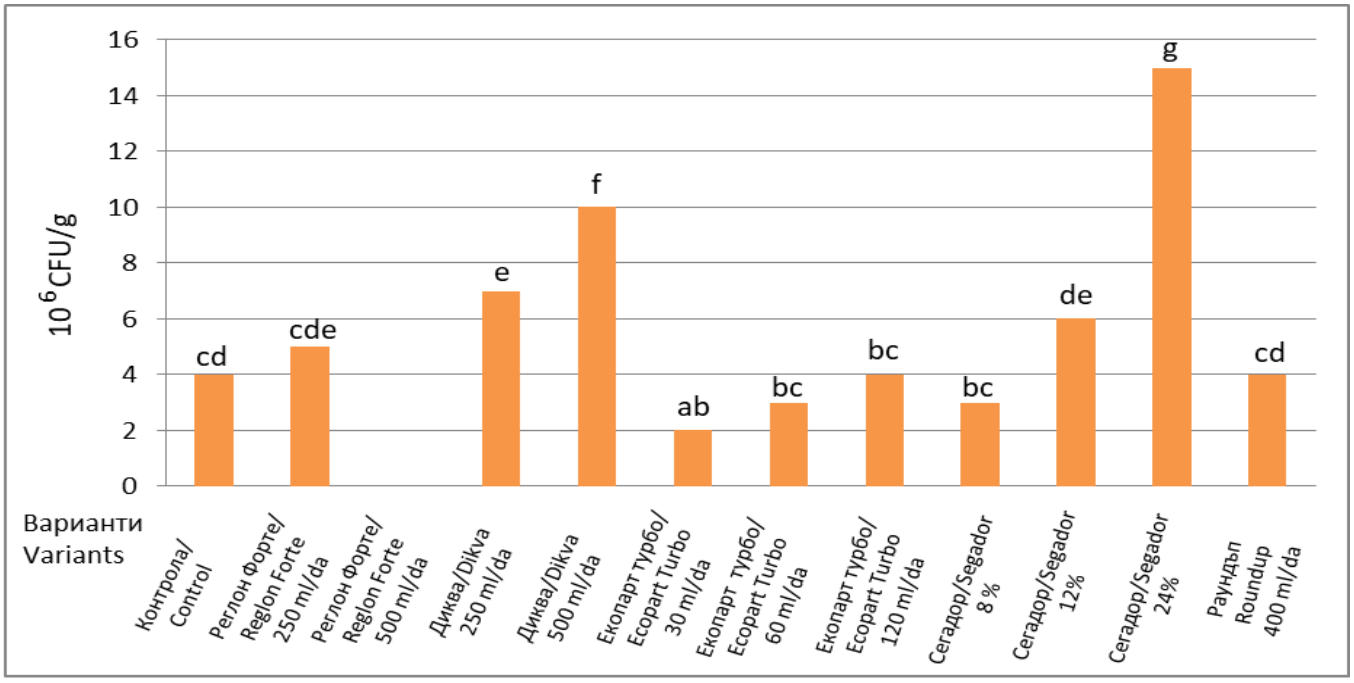
Фигура 1. Разпространение на амонифициращи микроорганизми по варианти в опит със сорго за зърно

Figure 1. Distribution of ammonifying microorganisms in experimental variants in sorghum for grain



a, b, c, d – статистически доказани разлики при LSD$_{P=0.05}$
a, b, c, d - statistically significant differences at LSD$_{P=0.05}$

Фигура 2. Разпространение на бактерии усвояващи минерален азот по варианти в опит със сорго за зърно
Figure 2. Distribution of bacteria absorbing mineral nitrogen in experimental variants in sorghum for grain



a, b, c, d – статистически доказани разлики при LSD$_{P=0.05}$
a, b, c, d - statistically significant differences at LSD$_{P=0.05}$

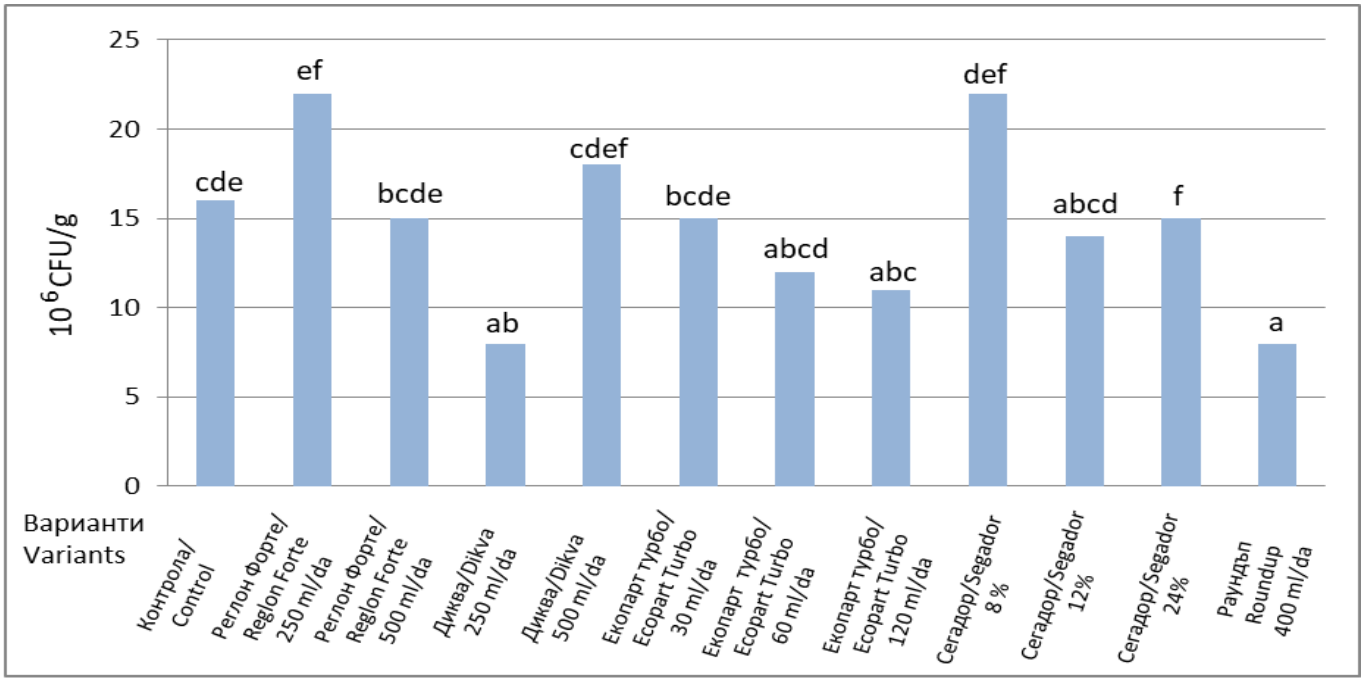
Фигура 3. Разпространение на актиномицети по варианти в опит със сорго за зърно
Figure 3. Distribution of actinomycetes in experimental variants in sorghum for grain

При останалите десиканти, включени в експеримента (Раундъп, Диква 20 СЛ и Екопарт Турбо) в зависимост от приложените дози се отчита незначителен спад в

разпространението на микроскопичните гъби в сравнение с контролния (нетретиран) вариант (Фигура 4).

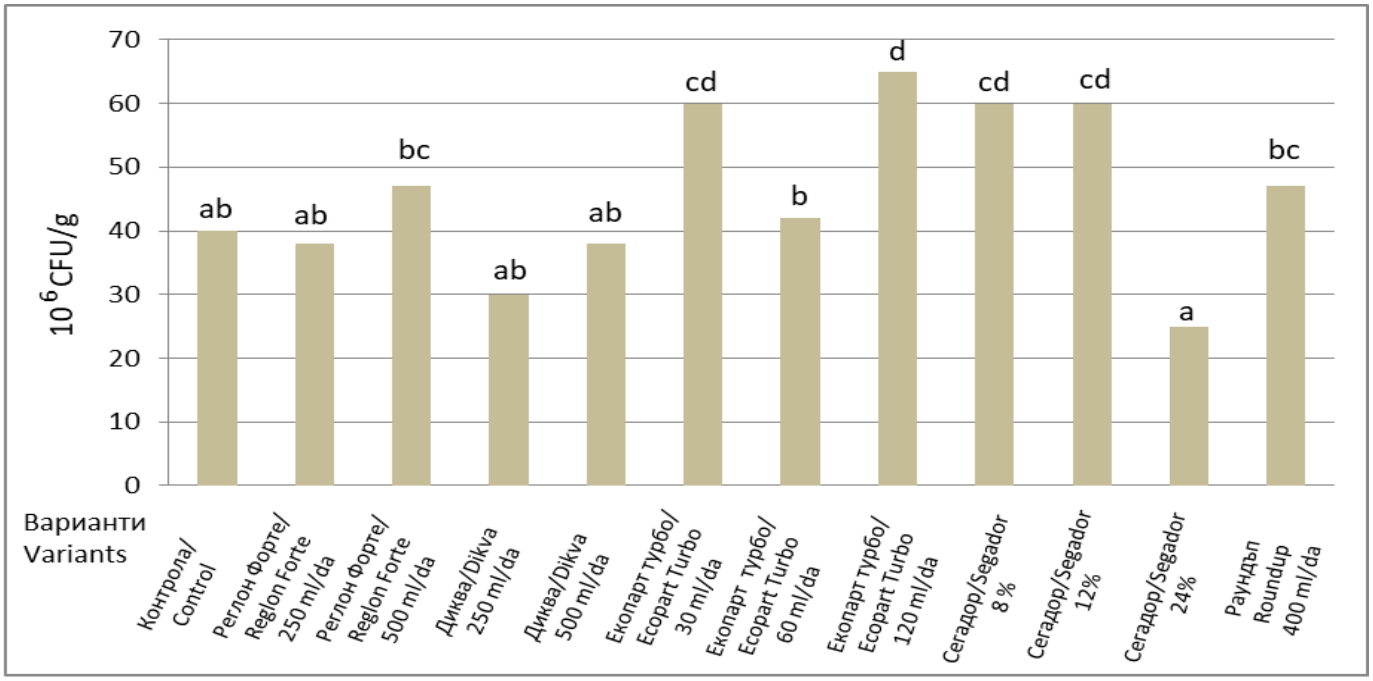
Аналогични са и получените резултати от Ratcliff et al. (2006). Според авторите прилагането на хербициди в обработваемите площи оказва стимулиращ ефект в разпространението на микроскопични гъби, както и върху общата популация на почвените микроорганизми.

Третирането с десиканти при соргото за зърно оказват от индиферентен при приложение на хербицидите Реглон Форте – 250 ml/da, Диква 20 СЛ в доза 250 и 500 ml/da и Екопарт Турбо – 60 ml/da, до статистически доказан ($LSD_{P=0.05}$) стимулиращ ефект при Екопарт Турбо – 30 и 120 ml/da и Сегадор приложен в концентрация 8,0 и 12.0% разтвор върху разпространението и развитието на целулозоразлагащи микроорганизми в почвата (Фигура 5). От анализа на резултатите е видно, че приложените десиканти не възпрепятстват биологичното разграждане на целулозата в почвата, а увеличават неговата интензивност. Подобни експериментални резултати се съобщават от Paraquat and Abdel-Mallek (1987). Според авторите прилагането на хербициди в редуцирани дози оказват стимулиращо влияние върху растежа и развитието на целулозоразграждащите микроорганизми.



a, b, c, d – статистически доказани разлики при $LSD_{P=0.05}$
a, b, c, d - statistically significant differences at $LSD_{P=0.05}$

Фигура 4. Разпространение на микроскопични гъби по варианти в опит със сорго за зърно
Figure 4. Distribution of microscopic fungi in experimental variants in sorghum for grain



a, b, c, d – статистически доказани разлики при $LSD_{P=0.05}$
a, b, c, d - statistically significant differences at $LSD_{P=0.05}$

Фигура 5. Разпространение на целулозоразлагащи микроорганизми по варианти в опит със сорго за зърно
Figure 5. Distribution of cellulose-decomposing microorganisms in experimental variants in sorghum for grain

Заключение

Хербицидите Реглон Форте (150 g/l дикват) и Диква 20 СЛ (200 g/l дикват) приложени във физиолоагична зрелост на соргото за зърно в дози 250 и 500 ml/da предизвикват бърз инициален десикационен ефект на надземната биомаса (до 95% по листата и от 85 до 95% по стеблото) и редуцират съдържанието на влага в семената (от 25,0 до 54,3%) на културата до десет дни след третирането, докато хербицида Екопарт Турбо (26,5 g/l пирафлуфен-етил) не предизвиква химическо изсушаване на надземната биомаса на растенията и съдържанието на влага в семената. Биологичният продукт Сегадор, приложен в концентрации 12,0 и 24,0% предизвиква силна редукция във водното съдържание на надземната биомаса (листа – 95% и стебла – 90-95%), както и по отношение дехидратацията на семената (от 42,6 до 46,3%) до десет дни след третирането и оказва положително влияние върху популационната плътност на актиномицетите. Сегадор е ефективен за намаляване влажността в надземната биомаса (листа, стебла и семена) при сорго за зърно и може да бъде използван, като десикант в дози от 12,0 до 24,0% при биологично производство на културата или във ферми в конверсен период от конвенционално към биологично (органично) производство.

Приложението на десиканти при сорго за зърно оказват инициално въздействие върху разпространението на включените в изследването групи почвени микроорганизми. Прилагането на Реглон Форте в доза 250 ml/da оказва положително влияние върху развитието на почвената микрофлора. Диква 20 СЛ приложен в доза 250 ml/da потиска растежа на амонифициращите микроорганизми, бактериите усвояващи минерален азот, микроскопичните гъби и целулозоразграждащите микроорганизми, докато при актиномицетите предизвиква усилен растеж.

Литература

Baur, J., F. Miller and R. Bovey.1977. Effects of pre harvest desiccation with glyphosate on grain sorghum seed. Agronomy Journal, 69(6), 1015-1018.

Benech-Arnold, R. and M. Rodríguez. 2018. Pre-harvest sprouting and grain dormancy in Sorghum bicolor: What have we learned? Plant Science, 15(9), 811. doi: 10.3389/fpls.2018.00811.

Blackburn, L. and C. Boutin. 2003. Subtle effects of herbicide use in the context of genetically modified crops: A case study with Glyphosate (Roundup). Ecotoxicology, 12, 271–285. https://doi.org/10.1023/A:102251512952

Cisneros-López, M., Al. Valencia-Botín and Y. Estrada-Girón. 2017. Sorghum (Sorghum bicolor) pollen availability and seed set under different proportion male: female plants in Mexican highlands. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 49(2), 51-66.

Colauzzi, M., P. Serra and S. Amaducci. 2018. Variety earliness effect on field drying of biomass sorghum. Biomass and Bioenergy, 115, 160-173.

Copeland, L. and M. Mcdonald. 2001. Principles of seed science and technology 4th edn. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts.

Copeland, L., 2001. Principles of Seed Science and Technology. Springer-Verlag, New York Dejene, M.; Yuen, J. and Sigvald, R. 2004. The impact of storage methods on storage environment and sorghum grain quality. Seed Sci. & Technology, 32, 511-529.

de Barros, A., L. Pimentel, F. de Freitas, P. Cecon, A. Tomaz, E. Sousa, L. Ladeira and E. Biesdorf. 2019. Pre-harvest desiccation in grain sorghum: physiological seed quality and effect on regrowth. Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária), 14(2), ref.28.

de Barros, A., L. Pimentel, F. de Freitas, P. Cecon, A. Tomaz and E. Biesdorf. 2020. Pre-harvest desiccation in biomass sorghum with herbicides. Agricultural Engineering, 67(5), 337-344. https://doi.org/10.1590/0034-737X202067050001

Dejene, M. 2004. Grain storage methods and their effects on Sorghum grain quality in Hararghe, Ethiopia. Diss. (sammanfattning/summary) Uppsala : Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria, 1401-6249, 454 ISBN 91-576-6469-2.

Dille, J., P. Stahlman, C. Thompson, B. Bean, N. Soltani and P. Sikkema. 2020. Potential yield loss in grain sorghum (Sorghum bicolor) with weed interference in the United States. Weed Technology, 34(4), 624-629. doi:10.1017/wet.2020.12

Dahlberg, J., J. Berenji, V. Sikora and D. Latković. 2011. Assessing sorghum [Sorghum bicolor (L) Moench] germplasm for new traits: food, fuels & unique uses. Review Article. Maydica, 56-1750, 85-92.

Dukic, N., R. Malidža, R. Bugarin, A. Sedlar and J. Turan. 2006. Mehanizovana desikacija u proizvodnji uljanih kultura mechanize desiccation in oil-plant production. Cont. Agr. Engng., 33(3-4), 135-289.

Gigax, D. and O. Burnside. 1976. Chemical Desiccation of Grain Sorghum. Agronomy Journal, 68(4), 645-649 https://doi.org/10.2134/agronj1976.00021962006800040028x

Golubinova, I. and R. Vasilevska-Ivanova. 2008. Temperature effect on seed imbibition in *Sorghum*. Comptes rendus de l,Academie bulgare des Sciences, 61(11), 1491-1496.

Golubinova, I. and K. Gecheff. 2011. M1 cytogenetic and physiological effects of gamma-rays in Sudan grass (Sorghum sudanense (Piper) Stapf.). Bulg. J. Agric. Sci., 17:417-423.

Golubinova, I. 2012. An investigation of the possibilities for enrichment of the diversirty in Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) by means of mutation induction with gamma-rays. PhD thesis, pp. 157.

Golubinova, I. and A. Ilieva. 2014. Allelopathic Effect of Water Extracts of Sorghum halepense (L.) Pers., Convolvulus arvensis L. and Cirsium arvense Scop. on the early seedling growth of some legumes crops. Pesticidi i fitomedicina, 29(1), 35–43

Grudeva, V., S. Naumova, B. Gocheva, T. Nedeva and S. Antonova-Nikolova. 2006. Manual Microbiology. University Publishing House “St. Kl. Ohridski “, Sofia.

Griffin, J., J. Boudreaux and D. Miller. 2010. Herbicides as harvest aids. Weed Science, 58(3), 355-358.

Kalinova, St., I. Golubinova, A. Hristoskov and A. Ilieva. 2012. Allelopathic effect of aqueous extract from root systems of johnsongrass on the seed germination and the initial development of soybean, pea and vetch. Ratarstvo i povratarstvo, 49(3), 250-256.

Kanissery, R., B. Gairhe, D. Kadyampakeni, O. Batuman and F. Alferez. 2019. Glyphosate: Its environmental persistence and impact on crop health and nutrition. Plants, 8(11), 499. https://doi.org/10.3390/plants811049.

Latha, P. and H. Gopal. 2010. Effect of herbicides on soil microorganisms. Indian Journal of Weed Science, 42, 217 – 222.

Lemessa, F., G. Bultosa, and W. Wakari. 2000. Quality of grain sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench.) stored in traditional underground pits; Case study in two agroclimatic zones in Haraghe, Ethiopia. J. Food Sci. & Technol., Mysore 37, 238-244.

Ottman, M. 2009. Growing grain Sorghum in Arizona. The University of Arizona Cooperative Extension, AZ1489,11/16 https://extension.arizona.edu/sites/

Peerzada, A., H. Ali, Z. Hanif, A. Bajwa, L. Kebaso, D. Frimpong, N. Iqbal, H. Namubiru, S. Hashim, G. Rasool, S. Manalil, A. van der Meulen and B. Chauhan. 2017. Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. Biol Invasions DOI 10.1007/s10530-017-1410-8.

Perfanova, Y. and R. Donkova. 2017. Microbiological characteristics. Agroecological potential of the land properties in Oresh and a scientific basis for rational land use. ISBN: 978-954-749-112-0. ISBN: 978-954-749-112-0, pages 79 – 86.

Paraquat, I. and A. Abdel-Mallek. 1987. Effect of some herbicides on cellulose-decomposing fungi in Egyptian soil. Zentralblatt für Mikrobiologie, 142(4), 293-299.

Petkova, D. and R. Donkova. 2000. Determination of :etribusin-VP eaching and its effect on the Microbiological actirrity of sandv Ioam soil. Bul J. of Agricultural Science, 6(4), 427-431.

Petkova, D. and R. Donkova. 2001. Escort degradation and its influence on soil microflora in three soils. 7: Meeting on Soii with Mediteranean type of Clrmate 23-28 September, 85-87.

Ratcliff, A., M. Busse and C. Shestak. 2006. Changes in microbial community structure following herbicide (glyphosate) additions to forest soils. Applied Soil Ecology, 34(2–3), 114-124.

Raykova, Z., 1977. Microflora associated with the nitrogen in the soil, Zemizdat, 5 – 10.

Xin, Z., J. Huang, A. Smith, J. Chen, J. Burke, S. Sattler and D. Zhao. 2017. Morphological Characterization of a New and Easily Recognizable Nuclear Male Sterile Mutant of Sorghum (Sorghum bicolor). PLoS ONE 12(1): e0165195. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165195.

Šantrić, L., L. Radivojević, J. Umiljendić, M. Sarić-Krsmanović and R. Đurović-Pejčev. 2016. Effects of herbicides on growth and number of actinomycetes in soil and in vitro. Pesticidi i fitomedicina, 31(3-4), 31-34.

Shabaldas, O., K. Pimonov, O. Vlasova and V. Perederieva. 2021. Experience of growing soybeans (Glycine max (L) merryll) on irrigation in the unstable moisture zone of the Stavropol Territory. E3S Web of Conferences 285, 02026, https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128502026.

Sherwani, S., I. Arif and H. Khan. 2015. Modes of action of different classes of herbicides. In: Price A, Kelton, J. and L. Sarunaite (Eds.) Herbicides, Physiology of Action, and Safety. Croácia, InTech Publishers. p.165-186.

Tibugari, H., C. Chiduza and A. Mashingaidze. 2020. A survey of problem weeds of sorghum and their management in two sorghum-producing districts of Zimbabwe, Cogent Social Sciences, 6:1, DOI: 10.1080/23311886.2020.1738840

Special report 05/2020: Sustainable use of plant protection products - there is limited progress in measuring and reducing risks. European Court of Auditors https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/pesticides-5-2020.

ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИТЕ РЕЖИМИ НА НАПОЯВАНЕ ВЪРХУ БИОЛОГИЧНОТО РАЗВИТИЕ И КАЧЕСТВЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПИПЕР СОРТ „КУРТОВСКА КАПИЯ“

Весела Петрова-Браничева

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров”, София, Селскостопанска Академия
vessi1@abv.bg

Резюме

През 2020 г. са проведени експериментални полски изследвания на територията на опитно поле- Челопечене към Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „ Н. Пушкаров“, гр. София върху Излужена канелена горска почва. Изследвани са варианти с различен режим на напояване: оптимален и намален за напояване пипер; V1 – повърхностно капково напояване при 100% поливна норма; V2 – повърхностно капково напояване – 50% степен на напояване; V3 – 100 % напояване и използване на мулч. Напояването се осъществи с инсталация за капково напояване. При торенето бяха използвани конвенционални торове – азот, фосфор и калий, с активни вещества $N_{15}P_8K_{15}$. При намалението на напоителната норма с 50% се установи намаляване на добива с 47%. Този вариант може да се използва когато има наличие на воден дефицит в напоявания район.

Ключови думи: технологии за напояване, пипер, поливен режим

EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION REGIMES ON BIOLOGICAL DEVELOPMENT AND QUALITY INDICATORS OF PEPPER VARIETY “KURTOVSKA PEPPER”

Vesela Petrova – Branicheva

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection, Agricultural Academy
vessi1@abv.*bg*

Abstract

Fields studies were conducted in 2020 on the territory of the experimental field Chelopechene to Institute of Soil Science, Agricultural technology and Plant protection "N. Poushkarov”, Sofia on leached cinnamon forest soil. They were examined variants with different irrigation regimeoptimal and reduced for irrigation peper; V_1 - surface drip irrigation - 100% irrigation rate; V_2 - surface drip irrigation - 50% irrigation rate; V_3- use mulchand 100% irrigation rate. Dripirrigation and fertigation $N_{15}P_8K_{15}$tehnology is use for pepper irigation. Reduction the irrigation rates by 50% a reduction in yield by 47 %, and can be used when have water deficit.

Keywords: technologies for irrigation, pepper, irrigation regime.

Въведение

Зеленчуковите култури са едни от най-големите консуматори на поливна вода и производството на висококачествена продукция без редовно напояване е невъзможно. Оптимизирането на елементите на поливния режим във връзка с високоефективното използване на поливната вода и различните технологии за отглеждане са от голямо значение в последните десетилетия поради настъпилите

изменения в климата с тенденции към затопляне и засушаване (Popova et al., 2018; Nikolova et al., 2019).

За да се получат устойчиви добиви с високо качество на продукцията е необходимо не само оптимално задоволяване на растенията с вода, но и с необходимите хранителни вещества при правилно съчетание на двата фактора торене и напояване. (Mitovaetal., 2017).

Пиперът е една от най-ценните зеленчукови култури. Високото съдържание на витамини и добрите хранително-вкусови качества на неговите плодове го правят продукт със стопанско значение за консумация в прясно състояние и за преработка в консервната промишленост.Днес пиперът е една основна зеленчукова култура - пета за световното и втора за българското производство. В България заетите площи с пипер са около 150 - 200 хил. дка. През последните години той формира средно около 35 - 40 % от общия износ на пресни зеленчуци. В страната има обособени райони (Хасково, Пловдив, Пазарджик, Стара Загора, Ямбол, Сливен, Велико Търново) с подходящи климатични условия и създадена дългогодишна традиция в отглеждането на културата. Производството е относително стабилно, получаваните добиви са от два до три пъти по-високи от средните за страната, а продукцията е с добро качество (Тодорова, В., 2018).

В последните години повърхностното напояване, поради своите недостатъци се замени с капковото и дъждуването. (Georgiev&Gerinski, 2015).Бързото развитие на напояването постави остри проблеми за икономичното използване на водните ресурси и работна ръка. Капковото напояване е съсредоточено подаване на поливната вода непостедствено в активния почвен слой при минимални загуби от изпарение и филтрация. Този начин на напояване довежда до икономия на вода от 40-60% в сравнение с другите начини на напояване и улеснява внасянето на торове и препарати за растителна защита.

Основната цел е: Установяване на влиянието на различните режими на напояване върху биологичното развитие на пипера и качествените характеристики при полско производство на пипер сорт „Куртовска капия” при капково напояване и прилагане на нов метод при зеленчукопроизводството мулч.

Материали и методи

Опитът е заложен по блоковия метод в четири повторения, а напояването се извърши чрез инсталация за капково напояване. Изследвани са три варианта, с намалена поливна норма 50%, използване на водоспестяваща технология – мулч и оптимален вариант, определен чрез взимане на почвени проби и напояване до ППВ.

Определяне на поливния режим

За проследяване на динамиката на почвената влага са взимани почвени проби през 3 – 10 дни на дълбочина 0,50 m през 0,10 m, в три повторения и са обработени по класическия тегловно термостатен метод. На базата на получените резултати за почвената влажност се подават необходимите поливни норми. Поливните норми ще се изчисляват по формулата:

$$m = [10H.\alpha.(\delta т \text{ от } ППВ – \delta т \text{ пр. вл.})].K. \quad (1)$$

където, m – големина на поливната норма в m^3/da; α – обемна плътност на почвата в gr/cm^3; H – дълбочина на активния почвен пласт в m (в опита H = 0,50 m); δт от ППВ – пределна полска влагоемност в % спрямо абсолютно сухото тегло на почвата; δт пр. вл – предполивна влажност на почвата в % спрямо абсолютно сухото тегло на почвата; К – коефициент на редуциране на поливната норма, отчитащ заетата от растенията площ.

Растенията са засадени в двуредова лента при разстояние между лентите 1,60 m, между редовете 0,40 m и вътре в реда 0,20 m, широчина на пътеките 0,70 m.

Големината на опитната площ на един вариант – 28,80 m^2, а на едно повторение е 7,5 m^2 (Таблица 1).

Таблица 1. Схема на опита и изследвани варианти
Table 1. Scheme of experience and studied variants

Варианти Variants	**По отношение на поливната норма в % Regarding the irrigation rate, %**	**По отношение на подхранване с торове в % Regarding the fertilization, %**
	80 % от ППВ, PPV	
T_1	100 % m	$N_{15}P_8K_{15}$
T_2	50 % m	$N_{15}P_8K_{15}$
T_3	100 % m – мулчиране	$N_{15}P_8K_{15}$

Основни биометрични показатели и фази на развитие
Фенофази на развитие през вегетационния период
Първи период разсадопроизводство

- Засяване на семената, поникване, кръстосване.

Втори период изнасяне и засаждане на открито до беритба

- Начало на цъфтеж
- Бутонизация;
- Образуване на завръзи
- Начало на беритби

- *Установяване на датите на настъпване на основните фенофази* - поникване, бутонизация (видим цветен бутон), начало на цъфтеж, масов цъфтеж по състоянието на 3 маркирани типични растения в 3 повторения.

Биометрични наблюдения (на 3 маркирани типични растения в 3 повторения):
Брой на разклоненията след приключване на растежа;
Височина на растенията и диаметър на стъблата в динамика през вегетационния период;
Листна повърхност;
Листната повърхност е установена, чрез планиметриране на всички листа, поставени върху хоризонтална повърхност, cm^2
Свежа биомаса по структурни елементи (стъбла, листа) в динамика през вегетационния период;

Прибиране на опита
Определен е добивът от реколтните парцелки (5 m^2) по варианти и повторения.
Резултатите са обработени чрез статистически пакет Statgraphics (AnovaИзследванията върху пипера са направени в стопанска зрялост върху средна проба от 10 плода от всяко повторение на вариантите, включени в опита. Анализите са проведени в лабораторията на ИПАЗР „Н. Пушкаров“. След изсушаване на пробите при 65^oC с предварителна фиксация при 110^oC е определено абсолютно сухото вещество (АСВ). Съдържанието на общи захари е определено рефрактометрично (%) (Digital refractometer).

Резултати и обсъждане

Почвено - климатична характеристика на района на опитното поле в кв. Челопечене

Опитното поле на ИПАЗР “Н. Пушкаров“ в землището на кв. Челопечене, разположено на 550 m надморска височина. В климатично отношение то спада към умерено-континенталната подобласт. Въпреки, че районът е разположен на юг от Стара планина и е защитен от североизточни ветрове, климатът му е континентален със студена зима.

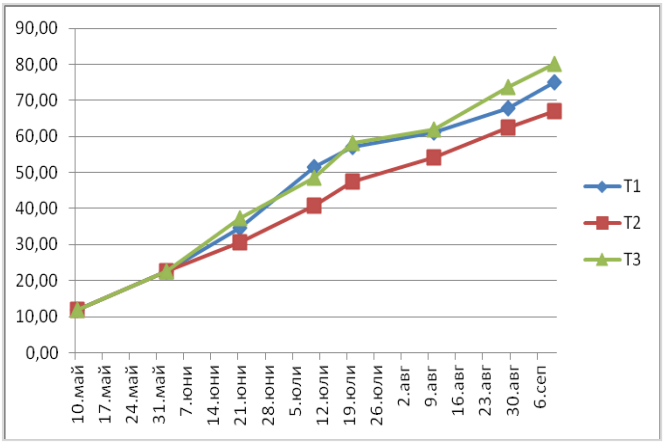
Почвата в опитния участък е слабо хумусна (1,44%) със слабо кисела реакция – pH_{H2O} – 6,2; pH_{KCl} – 5,4. Съдържанието на минерален азот е ниско – 16,1 mg.kg-1 почва. Степента на запасеност с подвижни форми на фосфор и калий е средна – 11,4 mg P.100g-1 и 17,7 mg K.100g-1 почва. Почвените проби са слабо до средно запасени с хранителни елементи, за това е необходимо внасяне на торове. Въз основа на получените данни от химичния анализ и износа на хранителни елементи са установени оптималните торови норми. Азотният (амониева селитра) и калиевият (калиев хлорид) торове при всички варианти с торене са внесени трикратно с поливната инсталация (фертигация = поливна норма + торове).Фосфорната норма, под форма на двоен суперфосфат се внесе през есента с дълбоката оран.

Водно-физичните свойства на този почвен подтип средно за слоя 0 – 0,50 m дълбочина те са следните: пределна полска влагоемност (ППВ) - 22,0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва; обемно тегло на почвата при ППВ – 1,48 g/cm³ и влажност на завяхване – 12,3 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва.

По отношение на температурата на въздуха 2020 година се характеризира като много топла с обезпеченост 7,78% (3319°C). Обезпечеността на сумата на валежите за периода април-септември е 97,20% (196,9mm - 2020 г) в поредица 1960 – 2020г. и характеризира вегетационния период като много сух.

Влияние на различните норми на напояване върху биологичните прояви на културата

Изследванията се извършиха във фаза масово плододаване. Отчетени бяха височина на растението, диаметър на стеблото, маса, брои разклонение, брои листа, маса, листна повърхност. Морфологична характеристика на растенията на пипер сорт „Куртовска капия” е представена в Таблица 2 и Фигура 1. Развитието на растенията през целия период на вегетация показва една последователност и еднозначност, вариант T_3 се развива по-бързо от другите два, като в края на вегетацията е T_3 0,80m, а най-ниски са растенията с намалена поливна норма в края на вегетацията средната височината е 0.67 m. Напояването оказва влияние върху биологичното развитие.

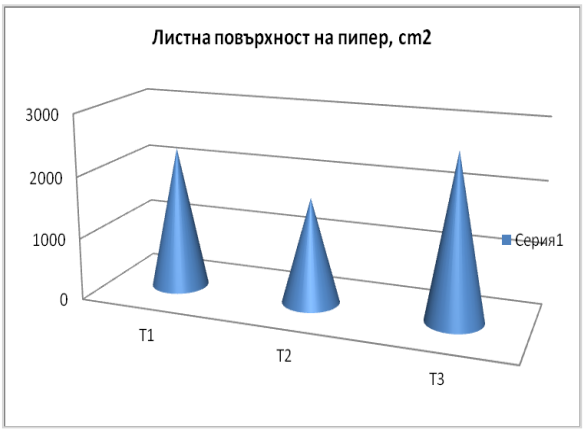


Фигура 1. Височина на растенията (cm^2) по време на вегетация
Figure 1. Plant height (cm^2) during the growing season

Таблица 2. Биологично развитиена пипер сорт „Куртовска капия”
Table 2. Biological development of pepper Kurtovska Kapiya variety

№	Вариант Variant	Стъбло Pepper stalk			Листа Leaves		
		Дължина, length cm	Диаметър, Diameter, Mm	Свежа маса, Fresh mass/g	Брой, number	Свежа маса, Fresh mass/g	Площ, area cm^2
1	T1	75	10,2	94	124	65	2 300
2	T2	67	8,7	68	86	43	1 700
3	T3	80	10,5	117	143	73	2 650

Масата на стъблата и листата може да бъде използвана за фураж за животни, компост и др.



Фигура 2. Листна повърхност (cm^2) по варианти за 2020 година.
Figure 2. Leaf surface (cm^2) by variants for 2020

Влияние на поливния режим върху добива

Върху формирането на добива от зеленчуковите култури оказват влияние много фактори, от които едни подлежат на регулиране, а други не подлежат. В групата на регулируемите спада водата. В опитите с напояване обикновено тя се явява единственото различие между двата варианта Таблица 3.

По-малката поливна норма показва, че не е икономически рентабилна поради загубите на добив около 50%. Използването на мулч подобрява биологичното развитие на културата, не позволява засушаване на горния слой и изпарение на вода при подаване на поливки и допринася до увеличение на добива с 30% в сравнение с досега използваната технология.

Влияние на поливния режим върху качеството на пипер сорт „Куртовска капия”

При условията на напояването запазването или подобряването на качеството на продукцията от растенията придобива все по-голямо значение при съвременните условия за екологично чиста продукция и здравословен начин на живот и опазване на екосистемата – почва, води и въздух.

Таблица 3. Добиви при пипер сорт „Куртовска капия” за района на Софийското поле

Table 3. Yields for pepper Kurtovska Kapiya variety for the region of the Sofia field

Вариант Variant		Добив Yield	Спрямо 1 вариант Regarding var. 1		
		kg/dka	±Y	%	Доказаност
1	T1	4420			St.
2	T2	2340	-2080	-47	+++
3	T3	6250	+ 1830	+ 30	+++
GD при P: 5%=553 kg/dka		*1% = 763 kg/dka*		*0,1% = 996kg/dka*	

Получените резултати ни позволяват най-общо да направим заключението, че напояването се отразява благоприятно за усвояване на подадените хранителни елементи. С намалявана на поливната норма абсолютно сухото вещество, витамин С и общите захари се увеличават, но се реализира по-нисък добив с около 40% и по-дребни чушки. Подобни закономерности са получени и в други наши и чуждестранни източници. (Basitov, R. 2007, Sahar, T, 2011 atall). Сухото вещество при пипера е важен параметър, то е в право пропорционална зависимост с количеството свежа маса на плодовете като обект на икономически интерес. В направеното изследване отчетеното съдържание на абсолютно сухо вещество в плодовете варира в тесни граници от 5,80 до 8,25%, което е в допустимите граници (между 5 и 7,5%) цитирани в литературни източници (Митова, Петрова, 2019 и др.). Плодовете на растенията отглеждани при 100% поливна норма имат по-ниско съдържание на сухо вещество (средно 5,80 %) в сравнение с тези с редуцирана поливна норма 8,25 %. Съдържанието на витамин С варира от 50 – 400 mg %, по литературни източници (Величка Тодорова). По-високата влажност създава благоприятни условия за образуване на по-високи добиви с по-ниско съдържание на сухо вещество. Дължината на чушките варира от 12 cm до 5,3 cm. По-отношение на средното тегло на един плод се наблюдават различия. По-тежки и по-едри са плодовете от вариант T_3 и T_1 напоявани с 100% поливна норма. Средното теглото варира от 180 g до 44 g - първи вариант средно 85 g, втори вариант 64 g и трети вариант 90 g (Таблица 4).

Таблица 4. Качество на добивите по варианти

Table 4. Yield quality by variants

Вари-анти Variants	По отношение на поливната норма Regarding the irrigation rate, %	По отношение на подхран-ване с торове In terms of fertilization %	Абс. сухо вещество Abs. dry substance %	Витамин С VitaminC mg%	Общи захари Total sugar %
T_1	100 % m	$N_{15}P_8K_{15}$	5,80	**150,4**	**5,3**
T_2	50 % m	$N_{15}P_8K_{15}$	8,25	**209,5**	**7,5**
T_3	100 % m, мулч	$N_{15}P_8K_{15}$	6,4	**164,8**	**5,8**

Заключение

1. Обезпечеността на сумата на валежите за периода април-септември е 97.20% (196,20 mm - 2020 г.) в поредица 1960 – 2020г. и характеризира вегетационния период като суха. По отношение на температурата на въздуха 2020 година е с обезпеченост 7,78% и се характеризира като топла.

2. Най-високи добиви при почвено-метеорологичните условия през 2020 г. в Софийското поле се получи при варианта, напояван със 100% реализиране на поливната норма, $N_{15}P_8K_{15}$,и използване на мулч – 6 250 kg/da, най- ниски при 50% m при T_2 вариант.
3. Най-високи са растенията в края на вегетация от вариант T_3 0,80 m, а най-ниски са с намалената поливна норма 0,67 m.
4. Листната повърхност варира от T_2 1700 cm^2 до T_3 2650 cm^2.
5. По-отношение на средното тегло на един плод се наблюдават различия. По-тежки и по-едри са плодовете от вариант Т3 и Т1, напоявани с 100% поливна норма. Средно теглото варира от 180 g до 44 g (първи вариант - средно 85 g, втори вариант - 64 g и трети вариант - 90 g).
6. С намаляване на поливната норма абсолютно сухото вещество (5,80; 8,25; 6,4 %) витамин С (150; 209; 164mg %) и общите захари (5,3; 7,5, 5,8 %) се увеличават, но се реализира по-нисък добив с около 40% и по-дребни чушки.

Литература

Basitov, R. 2007. Irrigation regime of pepper grown in unheated plastic greenhouses. Thesis. Plovdiv. 2007, pp. 45-48.

Georgiev, D.,& Gerinski, Y. 2015. Certain aspects of the designing process of drip

Mitova, I., Nenova,L.,& Shaban, N. 2017. Abiotic factors and their impact on growth characteristics of Spinach (Spinacia oleracea). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *24(5)*, 806–815 (Bg).

Mitova, I., Petrova-Branicheva, V., Dimitrov, E. 2018**.** Influence of fertigation on some factors determining quality in variety of tomatoes “Nikolina F1”. Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 52(3), 17-25.

Nikolova, Ts., Yordanova, M., & Petrova, V**.** 2019. Influence of meteorological conditions on the production of nectar and pollen of Cucurbita pepo var. giromontia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science, 25(2)*,310–313 (Bg).

Popova, Z., Ivanova, M., Dimitrov, E.,& Varlev, Iv**.** 2018. Climatic characteristics of optimum Agro-Climatic regions for maize irrigation in Bulgaria. Bulgarian Journal of Soil Science, *Agrochemisrty and Ecology, vol. 52, No 3*, pp. 3-16 (Bg).

Sahar, Tara. 2011. Effect of irrigation and fertilization on growth and yield of sweet pepper.Bull. Fac. Agric., Cairo Univ., 61(2):205-213.

Резюмета на непубликуваните в сборника доклади, представени на научния форум

ВЛИЯНИЕ НА БИОВЪГЛЕН В КОМБИНАЦИЯ С АЗОТЕН ТОР ВЪРХУ УСВОЯВАНЕТО НА ХРАНИТЕЛНИ ВЕЩЕСТВА И ДОБИВ ОТ ЦАРЕВИЦА НА АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА

Мая Бенкова, Люба Ненова, Цецка Симеонова, Вера Петрова, Ангелина Микова, Ирена Атанасова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров",
Селскостопанска Академия
majaben@abv.bg

Проведен е полски експеримент с царевица при прилагане на три дози БВ (0, 5 и 10 $t.ha^{-1}$) в комбинация с две норми на азотен тор (130 и 260 $kg.ha^{-1}$) в опитната база на ИПАЗР „Н. Пушкаров„ в с. Цалапица върху Алувиално-ливадна почва (Fluvisols). Целта на нашето проучване е да се изследва ефекта на биовъглен в комбинация с азотен тор върху усвояването на хранителни вещества и добива на царевица. Внасянето на азотен тор в комбинация с биовъглен води до значително увеличение на количеството на изнесените елементи (N, P, K, Mg и Ca) с биомасата на царевица през трите фенофази в сравнение с контролите. Получените резултати показват, че при всички варианти с внесен биовъглен и азотен тор се наблюдава значително увеличение ($p \leq 0.05$) на добива на царевицата в сравнение с контролите без биовъглен. Нарастването на добивите е по-високо във вариантите с ниската доза азот, особено във вариант B2 с по-ниска доза биовъглен (75 % по-висок добив от този на контролата). С по-високата доза азотен тор добивите от вариантите с добавен биовъглен нарастват с по-малка степен (26 %) в сравнение с контролата. Най-високи добиви от зърно се получава от варианта B6 (1615 $kg.da^{-1}$) и с него се изнася съответно 11,52 $kg.da^{-1}$ N. Получените резултати дават възможност да оценим ефективността на прилагания биовъглен в комбинация с азотния тор върху продуктивността на земеделската култура царевица върху Алувиално-ливадна почва при вариантите B2 (B5N130) и B6 (B10N 260). Сравняването на двата варианта е в полза на B2 (B5N130), като икономически и екологично по-изгоден, предвид по-ниското количество на използвания азотен тор.

BIOCONTROL OF *BACILLUS SUBTILIS* IS FACILITATED BY BIOFILM FORMATION AND SUPLANCINE PRODUCTION

Ivo Ganchev

Trakia University of Stara Zagora,
Faculty of Technics and Technologies of Yambol,
ivotg@abv.bg

Relatively little is known about the exact mechanisms used by *Bacillus subtilis* in its behavior as a biocontrol agent in the rhizosphare. Using this strain model, this study demonstrated the biocontrol ability of a wild-type *B. subtilis* 170 and 168 strain against *E.coli* K-12. The formed biofilms by co-cultivation of *B. subtilis* and *E.coli* K-12 strains were analyzed by using of confocal scanning laser microscopy. It is known that formation of biofilms by *B. subtilis* is a complex process that includes secretion of surfactin, a lipopeptide antimicrobial agent or suplancin or the mechanism of cannibalism. To determine the role of soy protein hydrolyzate as inductor of suplancine production in biocontrol by *B. subtilis*, in this study was tested the concentration of soy protein hydrolyzate on the biofilm formatuion by and, thus, deficient concentration of protein in the culure medium. *B. subtilis* 170 and 168 were ineffective as a biocontrol agent against *E.coli* K-12 *in vitro* and also failed to form robust biofilms on polystyrene surface. The antibacterial activity of *B. subtilis* 170 and 168 strains against *E.coli* K-12 was determined using of static cultivation of biofilms in 96-well plate and also by live-dead staining methods. Although the minimum inhibitory concentrations determined were relatively high (20 $\mu g\ mL^{-1}$), the levels of the suplancine in polystyrene suface colonized by *B. subtilis* are likely to be sufficient to kill *E.coli* K-12 strain. The results in this study collectively indicate

that upon polystyrene suface colonization, *B. subtilis* 170 and 168 form a stable, extensive biofilm during their co-cultivation with *E.coli* K-12 and secretes suplancine, which is the proposed mechanism for a plant protection against attack by pathogenic bacteria.

LICHENIZED FUNGI (*ASCOMYCOTA*) FROM DUPKATA RESERVE (RHODOPI MTS, BULGARIA)

Dimitar Stoykov

Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences,
stoykovdimitar@gmail.com

First data on the lichen diversity of the reserve territory are presented. Prior to this study the information about the lichens from nature reserve ‘Dupkata’ was completely unavailable due to the lack of studies on its lichen mycota. As a result of the field work, conducted during the vegetation season of 2014, forty-six species were registered, which comprise almost 10% of the current number of species known in the Rhodopes. All of them belong to divsion *Ascomycota*, subdivsion *Pezizomycotina*, and are divided into 2 classes, 5 subclasses, 11 orders, 17 families and 30 genera. Of them the *Parmeliaceae* family is presented with the highest number of species - 16. The studied lichens found during the field work have been registered in coniferous forest communities. Epiphloeodic species (epiphytes) developed on twigs and bark of trees and shrubs prevail. Lichens with pendulous thalli are represented by genera *Bryoria, Evernia, Ramalina, Usnea;* these with crustose and lepose thalli - by genera *Amandinea*, *Arthonia*, *Aspicilia, Bacidia, Candeariella, Chrysothrix, Diploschistes, Lassalia, Lecanora, Lecidea, Lecidella, Lepra, Lepraria, Pertusaria, Poripidia, Rhizocarpon, Rinodina, Rufoplaca, Xanthoparmelia*; and lichens with foliose thalli - by genera *Hypogymnia, Melanelixia, Parmelia, Peltigera, Platismatia, Pseudevernia.* Information on the lichen substrata, accompanied with colour photographs, is applied.

The author is grateful to the team of “Prizma-Nishava” Consortium for the positive collaboration during the field studies on the project.

ЛИХЕНИЗИРАНИ ГЪБИ (*ASCOMYCOTA*) ОТ БИОСФЕРЕН РЕЗЕРВАТ „МАНТАРИЦА“ (РОДОПИ ПЛАНИНА, БЪЛГАРИЯ)

Dimitar Stoykov

Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences,
stoykovdimitar@gmail.com

Представени са данни за биологичното разнобразие от лихенизирани гъби от резерватната територия. До началото на настоящето изследване липсваше информация за лихенизираните гъби (лишеи) от биосферен резерват „Мантарица“, поради отсъствието на теренни проучвания. В резултат на нашите изследвания, проведени през вегетационния сезон на 2014 г., в резерват „Мантарица” бяха регистрирани 45 вида лихенизирани гъби (в т.ч. 1 подвид) принадлежащи към отдел *Ascomycota*, подотдел *Pezizomycotina*, 3 класа, 5 подкласа, 9 разреда, 16 семейства, и 26 рода. Сред тях, *Athonia ilicina* - установен по кора на бук се съобщава като нов за лишейната микота на България. *Lobaria pulmonaria*, вид с консервационно значение и чиито популации намаляват прогресивно в много страни от Европа, е изследван по стари букови дървета и документиран със снимков материал от много ювенилни талуси в два района (над местн. Цигов Чарк, и към Пашино Бърдо). Най-богато на видове е семейство *Parmeliaceae* с 13 вида, следвано от семейства *Pertusariaceae* и *Lecanoraceae*, всяко с по 4 вида. Тридесет и три вида лишеи се развиват по кора или клонки на дървета, което показва че епифлеодните видове, развиващи се епифитно са

преобладаващи. Включена е информация за субстратите, по които се развиват регистрираните видове.

Авторът е благодарен на екипа на Консорциум „Призма-Нишава“ за ползотворното сътрудничество по време на проектната работа.

ИЗНОС НА МАКРОЕЛЕМЕНТИ С БИОМАСАТА И ЛИЗИМЕТРИЧНИТЕ ВОДИ ОТ ПОЛСКИ ОПИТ С ЕЧЕМИК – ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ

Люба Ненова, Цецка Симеонова, Мая Бенкова, Ирена Атанасова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров“,
Селскостопанска Академия
lyuba_dimova@abv.bg

Изучено е влиянието на минералното торене върху добива, съдържанието и износа на макроелементи с биомасата и лизиметричните води при отглеждане на ечемик (сорт Обзор), като последействие. Опитът е проведен върху Алувиално-ливадна почва в ОП Цалапица, Пловдивско с предшественик домати, при които са внесени следните норми на торене: T_0 ($N_0P_0K_0$) – контролен вариант; T_1 ($N_{120}P_{80}K_{140}$); T_2 ($N_{240}P_{120}K_{180}$) и T_3 ($N_{360}P_{160}K_{220}$). Торенето на предшественика оказва значително влияние върху агрохимичните характеристики на почвата и върху изследваните параметри на културата. Формираният добив от ечемик във вариантите T_2 и T_3 е средно 4247,6 и 4360,7 kg ha^{-1} и е двукратно по-висок от този в контролата. Установяват се статистически доказани различия при износа на макроелементи с биомасата на ечемика в зависимост от вариантите на торене на предшественика.

Установява се, че лизиметричните води отразяват в значителна степен статуса на химичните елементи в изследваната агроекосистема и реагират значително на антропогенните въздействия. Резултатите показват увеличаване на съдържанието и износа на алкалоземните елементи (Ca и Mg), нитратният азот и сулфатите във водите от торените варианти в сравнение с контролата, докато при стойностите на pH се отчита известно намаляване.

ДОБРИ ЕВРОПЕЙСКИ РЕГУЛАТОРНИ ПРАКТИКИ ЗА СТИМУЛИРАНЕ ИЗГРАЖДАНЕТО НА ЗЕЛЕНИ ПОКРИВИ

Мариям Божилова[1], Миглена Жиянски[1], Пламен Глогов[1], Биляна Стоянова[2]

[1] Институт за гората, Българска академия на науките
[2] Публично предприятие "Паркове и озеленяване", Скопие, Северна Македония

Зелените покриви се използват по целия свят за смекчаване на въздействията от урбанизацията, като оказват положително въздействие на социално, икономическо и екологично ниво. Покривайки 21-25% от непропускливите и неизползвани градски повърхности, покривите имат голям потенциал да направят урбанизираните райони по-устойчиви, ако са озеленени и управлявани правилно.

За да насърчат и улеснят изграждането на зелени покриви от частни инвеститори, редица държави са разработили специфични законодателни изисквания и стимули. В някои държави изграждането на зелени покриви не е достатъчно засъпено в законодателството и не са разработени механизми за стимулиране.

В доклада са анализирани съществуващите добри практики в три от водещите европейски държави по отношение на изграждането на зелени покриви - Нидерландия, Белгия и Германия. Анализът на добрите практики показа, че се въвеждат различни стимули за ускоряване на строителството на зелени покриви. Въвеждат се и различни изисквания, за да

се гарантира, че покривите ще бъдат проектирани и поддържани така, че да осигурят желаните ползи. Изискванията включват минимална площ на зелен покрив, допустима за финансиране, която може да се различава в зависимост от сградата (жилищна или търговска/офис); задължителни компоненти на зелените покриви, допустими за финансиране; изисквания за минимален капацитет за съхранение на вода; период на поддръжка; минимално покритие на растенията или минимална дълбочина на субстрата. Субсидията се определя на квадратен метър или като процент от реално направените разходи. В някои общини е определено максимално финансиране или изискване за доходите на собствениците на жилища. Финансирането може да зависи от използваните растения, тип покрив, водозадържаща способност, местоположение, дебелина на субстрата, наклон, собственост (частна или не) и т.н.

Анализирани са и съществуващите регулаторни документи в България и Северна Македония. Единственият стимул в България е възможността да се намали изискваната по закон зелена площ на даден имот, като се компенсира със зелен покрив. В Северна Македония не са открити законодателни документи или стимули, свързани със зелените покриви.

EFFECTS OF DIFFERENT ADDITIVES ON THERMAL PROPERTIES OF FINE AND MEDIUM TEXTURED SOILS

Katerina Doneva[1*], Milena Kercheva[1], Carles Rubio[2]

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection[1] , Agricultural Acaademy

Eurecat Technology Centre of Catalonia, Spain[2]

*caeruleus2001@yahoo.com

The effect of additives with different composition and origin - non-organic (microplastics), organic (vermicompost) and mineral (zeolite) on thermal properties of two soil varieties was studied. Soil samples were from the layer 0-20 cm and classified as Deluvial-meadow soil, from experimental field Gorni Lozen under grassland (clay textural class) and Haplic Cambisol, from experimental station of potatoes Samokov cultivated land use (loam textural class). The concentrations of the additives were 10% in weight of the sample.

Thermal conductivity, thermal diffusivity and volumetric heat capacity were measured with SH1 sensor of KD2Pro device (Decagon Devices) during the process of drainage at different matric potential in laboratory conditions. Received data for thermal properties were presented as a function of soil water content. The results showed that thermal properties of the mixtures with microplastics and zeolite were close to the control variant (soil) and decreased in the variants with vermicompost.

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
AGRICULTURAL ACADEMY

ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА „НИКОЛА ПУШКАРОВ”
NIKOLA PUSHKAROV INSTITUTE OF SOIL SCIENCE, AGROTECHNOLOGIES AND PLANT PROTECTION

СБОРНИК с ДОКЛАДИ

ОТ НАУЧЕН ФОРУМ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

“ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ”

Том 3

Под общата редакция на проф. дн Ирена Атанасова

Отговорен редактор: доц. д-р Галина Петкова

ISSN 2683-0663 (on-line)

София 2022