СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
AGRICULTURAL ACADEMY

ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА "НИКОЛА ПУШКАРОВ"
NIKOLA POUSHKAROV 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
2024

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
AGRICULTURAL ACADEMY

ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА “НИКОЛА ПУШКАРОВ”
NIKOLA POUSHKAROV 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 5

PROCEEDINGS

OF THE SCIENTIFIC FORUM WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
**“ECOLOGY AND AGROTECHNOLOGIES –
FUNDAMENTAL SCIENCE AND PRACTICAL REALIZATION”**
Volume 5

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

НАУЧНОГО ФОРУМА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
**„ЭКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ –
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ”**
Том 5

София
Sofia
2024

ISSN 2683-0663 (on-line)

Сборникът включва доклади, изнесени на научен форум

„ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ”, проведен на 5. 12. 2023 год.

Форумът е организиран 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.

Проведен е под патронажа на Председателя на Селскостопанска академия проф. д-р Виолета Божанова и е посветен 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, директор на ИПАЗР „Никола Пушкаров“

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, България
проф. д-р Стефан Доер, Университет Суонзи, Англия
проф. д-р Мишел Боер, AnaEE, Франция
проф. д-р инж. Валерий Чумаков, РГАУ-МСХА, Русия
проф. дн Михаил Брошков, ОГАУ, Украйна
проф. д-р Вйекослав Танасковик, Северна Македония
проф. д-р инж. Снежан Божков, ИПАЗР, България
доц. д-р Мариана Христова, ИПАЗР, България
доц. д-р Здравка Петкова, ИПАЗР, България
доц. д-р Милена Керчева, ИПАЗР, България
доц. д-р Ценко Въчев, ИПАЗР, България
доц. д-р Ганка Баева, ИРЕМК, България
доц. д-р инж. Кирил Стефанов, ЛТУ, България
д-р инж. Валентин Владут, Румъния

Техн. секретари:
гл. експерт Тоня Попова
гл. експерт Пенка Костадинова
гл. експерт Силвия Петрова

НАУЧЕН КОМИТЕТ

Председател: доц. д-р Мая Бенкова, научен секретар на ИПАЗР „Н. Пушкаров“

Членове:
проф. д-р Елена Тодоровска, ССА
проф. дсн Александър Садовски, ИПАЗР
проф. д-р Светла Русева, ИПАЗР
проф. д-р Тотка Трифонова, ИПАЗР
проф. д-р Радка Донкова, ИПАЗР
проф. д-р Екатерина Филчева, ИПАЗР
проф. д-р Оля Караджова, ИПАЗР
проф. д-р Тома Шишков, ИПАЗР
доц. д-р Маргарита Николова, ИПАЗР
доц. д-р Пламен Иванов, ИПАЗР
доц. д-р Цецка Симеонова, ИПАЗР
доц. д-р Весела Петрова, ИПАЗР

ORGANIZING COMMITTEE

Chair: Prof. DSc Irena Atanassova, Director of ISSAPP “Nikola Poushkarov”

Deputy Chairs:
Prof. Dr. Violeta Bozhanova, AA
Prof. DSc Bozhidar Georgiev,STUSA
Prof. DSc Eng. Georgi Tasev, SSKB
Prof. Dr. Metodi Teoharov, BSSS

BSSS Members:
Prof. Dr. Veneta Krasteva, ISSAPP, Bulgaria
Prof. Dr. Stefan Doerr, Swansea University, England
Prof. Dr. Michel Boer, AnaEE, France
Prof. Dr. Eng. Valerii Chumakov,RSAU-MTAA, Russia
Prof. DSc Mihail Broshkov, OSAU, Ukraine
Prof. Dr. Vjekoslav Tanaskovik, North Macedonia
Prof. Dr. Eng. Snezhan Bozhkov, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Mariana Hristova, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Zdravka Petkova, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Milena Kercheva, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Tsenko Vatchev, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Ganka Baeva, IREMC, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Eng. Kiril Stefanov, FU, Bulgaria
Dr. Eng. Valentin Vladut, Romania

Technical secretaries:
Chief Expert Tonia Popova
Chief Expert Penka Kostadinova
Chief Expert Silvia Petrova

SCIENTIFIC COMMITTEE

Chair: Assoc. Prof. Dr. Maya Benkova, ISSAPP

Members:
Prof. Dr. Elena Todorovska, AA
Prof. DSc Alexandar Sadovski, ISSAPP
Prof. Dr. Svetla Rousseva, ISSAPP
Prof. Dr.Totka Trifonova, ISSAPP
Prof. Dr. Radka Donkova, ISSAPP
Prof. Dr. Ekaterina Filcheva, ISSAPP
Prof. Dr. Olia Karadjova, ISSAPP
Prof. Dr. Toma Shishkov, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Margarita Nikolova, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Plamen Ivanov, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Tsetska Simeonova, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Eng. Vesela Petrova, ISSAPP

СЪДЪРЖАНИЕ
CONTENT
СОДЕРЖАНИЕ

Поздравителен адрес по случай откриване на научен форум с международно участие „ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ“, посветен на международния ден на почвата 5 декември от Директора на Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров”, **проф. дн Ирена Димитрова Атанасова**..... 11

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ
PLENARY REPORTS
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

НИКОЛА ПУШКАРОВ – ЖИВОТ, ОТДАДЕН НА НАУКАТА, ХОРАТА И БЪЛГАРИЯ. 150 ГОДИНИ ОТ НЕГОВОТО РОЖДЕНИЕ И 80 ГОДИНИ ОТ КОНЧИНАТА МУ
Методи Теохаров..... 14

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ *(ПЪЛЕН ТЕКСТ)*
ORAL REPORTS *(FULL PAPER)*
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ *(ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)*

ПРОМЕНИ НА ЕМИСИИТЕ НА ПАРНИКОВИ ГАЗОВЕ, ОРГАНИЧНО ВЕЩЕСТВО И ПОЧВЕНА МИКРОБИОТА ПОД ВЛИЯНИЕ НА ПРОТИВОЕРОЗИОННИ И ТРАДИЦИОННИ СИСТЕМИ ЗА ОБРАБОТКА НА ПОЧВАТА
Гергана Кунчева, Галина Петкова, Йонита Перфанова, Милена Керчева, Виктор Колчаков..... 23

КИЛОМЕТРАЖНИ КАМЪНИ ПО ПЪТЯ КЪМ ОПТИМАЛНО ТОРЕНЕ
Александър Садовски..... 33

ANALYSIS OF SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN FARMS APPLYING SOIL HEALTH PRACTICES IN EU
Dimitre Nikolov, Ivan Boevsky, Krasimir Kostenarov, Ekatherina Tzvetanova, Martin Banov, Magardich Huliyan, Laura Zavattaro, Josef Krasa, Tomas Dostal, Gunther Carl Liebhard, Peter Strauss, Zsofia Bakacsi, Gómez..... 48

MAPPING OF EXISTING INCENTIVES FOR SOIL HEALTH BUSINESS MODELS IN EU – METHODOLOGICAL APPROACH
Dimitre Nikolov, Ivan Boevsky, Martin Banov, Ekatherina Tzvetanova, Krasimir Kostenarov..... 60

ИЗСЛЕДВАНЕ НА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧНИ, ТЕХНИЧЕСКИ И СПЕЦИАЛНИ ПАРАМЕТРИ В ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ
Свилен Стоянов, Десислава Михайлова, Аспарух Атанасов, Стелияна Христова..... 79

ЗАТИХВАЩОТО РОЗОПРОИЗВОДСТВО В БЪЛГАРИЯ
Веселин Бояджиев, Нели Веселинова..... 88

MICROBIAL BIOSURFACTANTS IN BIOLOGICAL PLANT PROTECTION
Ivo Ganchev, Radostina Georgieva, Plamena Kazakova, Stela Hristova, Daniel Pavlov, Stoyan Enev, Violeta Paskova, Tsvetan Valev, Georgi Dzhelebov, Vasil Hristov, Apostol Todorov, Miglena Kazakova, Georgi Tasev……..... 93

ЕРРАТОЛОГИЯ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАТИСТИЧЕСКИТЕ МЕТОДИ ПРИ НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ПОЧВОЗНАНИЕТО
Георги Тасев..... 99

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ *(РЕЗЮМЕ)*
ORAL REPORTS *(ABSTRACT)*
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ *(РЕЗЮМЕ)*

СУПРЕСИВЕН ЕФЕКТ НА ПОЧВАТА КЪМ РИЗОКТОНИЙНО КОРЕНОВО ГНИЕНЕ, ИНДУЦИРАН ЧРЕЗ ИМИТИРАНА МОНОКУЛТУРА НА ПШЕНИЦА
Иво Янашков, Ценко Въчев, Галина Петкова..... 117

СПЕЦИФИЧНИ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОПТИЧНАТА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МИКРОЕЛЕМЕНТИ В ПРОБИ ОТ ОКОЛНАТА СРЕДА
Николая Величкова, Олга Велева, Методи Караджов, Елка Пенчева, Нонка Даскалова…… 120

КАЛИБРИРАНЕ, ВАЛИДИРАНЕ И АНАЛИЗ НА ЧУВСТВИТЕЛНОСТТА НА ДАННИ ЗА РЕЧНИТЕ ОТТОЦИ ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА МОДЕЛА SWAT-CUP, SUFI-2, ЗА ВОДОСБОРА НА РЕКА РУСЕНСКИ ЛОМ
Милена Митова, Zy Rakotoarimanana, Милена Керчева, Hiroshi Ishidaira..... 122

ПОСТЕРНА СЕСИЯ *(ПЪЛЕН ТЕКСТ)*
POSTER SESSION *(FULL PAPER)*
ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ *(ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)*

ПОТЕНЦИАЛ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА УТАЙКИ ОТ ОТПАДЪЧНИ ВОДИ ЗА УЛАВЯНЕ НА CO_2
Ася Манойлова, Екатерина Серафимова, Вилма Петкова, Жечко Йорданов..... 124

ОЦЕНКА НА ПОТЕНЦИАЛНИЯ ЕКОЛОГИЧЕН РИСК ОТ ЗАМЪРСЯВАНЕТО С ТЕЖКИ МЕТАЛИ НА СЕЛСКОСТОПАНСКА ПОЧВА В БЛИЗОСТ ДО АВТОМОБИЛЕН ПЪТ
Дафинка Пангарова, Екатерина Серафимова..... 129

APPLICATIONS OF MICROBIAL BIOSURFACTANTS IN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES
Ivo Ganchev, Radostina Georgieva, Plamena Kazakova, Stela Hristova, Daniel Pavlov, Stoyan Enev, Violeta Paskova, Tsvetan Valev, Georgi Dzhelebov, Vasil Hristov, Apostol Todorov, Miglena Kazakova, Georgi Tasev..... 136

БИОМЕТРИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ЯБЪЛКОВО НАСАЖДЕНИЕ СОРТ ФЛОРИНА В МЛАДЕНЧЕСКА ВЪЗРАСТ, ОТГЛЕЖДАНО В РАЙОНА НА КРЕМИКОВЦИ
Антоанета Гигова, Иван Мортев..... 143

THE RISK OF DESERTIFICATION IS A HUGE PROBLEM FOR GREECE
Christos Paschalidis, Stavros Sotiropoulos, Antonia Koriki, Giovas Dimitrios.... 151

STUDY OF THE RESIDUAL ACTION OF CADMIUM IN THE CULTIVATION OF LETTUCE
Christos Paschalidis, Stavros Sotiropoulos, Antonia Koriki, Giovas Dimitrios… 156

EFFECT OF FOLIAR APPLIED HUMIC AND FULVIC ACIDS ON THE GROWTH AND YIELD OF LETTUCE
Miltiadis V. Christopoulos, Christos Paschalidis, Stavros Sotiropoulos, Victor Kavvadias, Christina Liakopoulou..... 161

ПРОМЕНИ НА РАДИОЛОГИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ В АНТАРКТИЧЕСКАТА ЕКОСИСТЕМА НА О-В ЛИВИНГСТЪН, АНТАРКТИДА (2012 – 2022)
Радослава Лазарова, Виктория Недялкова..... 165

СЪДЪРЖАНИЕ НА РАДИОНУКЛИДИ В ПОЧВИ, ПОТЕНЦИАЛНО ИЗЛОЖЕНИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ В РЕЗУЛТАТ ОТ ЧОВЕШКА ДЕЙНОСТ
Радослава Лазарова, Милена Христозова..... 172

МИКРОБИОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПЛАНИНСКО-ЛИВАДНА ПОЧВА
Христо Вълчовски, Йонита Перфанова…… 176

ПРЕДСТАВЯНЕ НА „СОФТУЕР ЗА ПОТЕНЦИАЛНА ОТНОСИТЕЛНА ОЦЕНКА И КЛАСИФИКАЦИЯ ПО ПРИГОДНОСТ ЗА ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ В БЪЛГАРИЯ“
Ивелина Радованова..... 182

РЕЗЕРВАТ „БАЛТАТА” – СЪСТОЯНИЕ, ЕКОЛОГИЧНИ ПРОБЛЕМИ И РЕШЕНИЯ
Стелияна Христова..... 190

ОСНОВНИ АСПЕКТИ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИ ПЛАНТАЦИИ В БЪЛГАРИЯ НА БАЗАТА НА *ROBINIA PSEUDOACACIA L.*
Красимир Димов..... 193

THE POSSIBILITIES OF GROWING WALNATS ON THE ANTHROPOZEME IN FOREST AREA
A. R. Bakhitova, Y. I. Enakiev..... 200

ПОДАТЛИВОСТ НА ПОЧВИТЕ КЪМ ДЕФЛАЦИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА СЕЛО ТРЪСТЕНИК. ОБЛАСТ РУСЕ
Августа Степчич..... 208

МИКРОБНА ЧИСЛЕНОСТ В КОМПОСТНИ СМЕСИ В КРАЙНА ФАЗА НА КОМПОСТИРАНЕ
Биляна Григорова-Пешева, Бойка Малчева, Бисер Христов..... 213

SOIL MICROBIOTA AND PHYTOEXTRACTION OF NICKEL AND COPPER
L. I. Tribis..... 218

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПРЕНОСИМИТЕ МОТОРНИ ЛЕБЕДКИ ПРИ ИЗВОЗА НА ДРЕБНОРАЗМЕРНА ДЪРВЕСИНА ОТ ОТГЛЕДНИ СЕЧИ
Тихомир Крумов, Кирил Стефанов..... 224

АНАЛИЗ НА УПОТРЕБАТА НА ПЕСТИЦИДИ В СЪВРЕМЕННОТО ЗЕМЕДЕЛСКО ПРОИЗВОДСТВО
Елена Димитрова, Благой Еленов, Иван Мортев..... 231

ТЕХНИЧЕСКО РЕШЕНИЕ ЗА МЕХАНИЗИРАНА СТРАНИЧНА РЕЗИТБА В БЛИЗОСТ ДО ПОЧВЕНАТА ПОВЪРХНОСТ В НАСАЖДЕНИЯ С МАСЛОДАЙНА РОЗА
Снежан Божков, Атем Качанов, Цонка Гьорина..... 238

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНИ ЗА ОФОРМЯНЕ НА ЛЕХОБРАЗДОВА ПОВЪРХНОСТ ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА ЗЕЛЕНЧУКОВИ, ЯГОДОПЛОДНИ, ЕТЕРИЧНО МАСЛЕНИ И ЛЕЧЕБНИ КУЛТУРИ
Иван Мортев, Спиридон Стоев..... 245

ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИТЕ НОРМИ НА НАПОЯВАНЕ И ТОРЕНЕ ВЪРХУ КАЧЕСТВЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПЛОДОВЕТЕ НА ТРИ ГЕНОТИПИ ОРАНЖЕРИЙНИ ДОМАТИ
Виктория Кънчева, Румяна Кирева, Михо Михов, Иван Мортев, Даниела Ганева, Иванка Триградска-Мендева, Станислава Грозева-Тилева..... 256

ВЪРХУ СЪСТОЯНИЕТО И РЕЖИМИТЕ НА НАПОРНИТЕ ТЕЧЕНИЯ ПРИ КАПКОВО НАПОЯВАНЕ
Румен Гаджев..... 264

ВЛИЯНИЕ НА ПОЛИВНИЯ РЕЖИМ ВЪРХУ ОСНОВНИ ФЕНОЛОГИЧНИ ФАЗИ НА РАЗВИТИЕ НА ПАТЛАДЖАН ОТГЛЕЖДАН В РАЙОНА НА КРЕМИКОВЦИ
Анна Рачова, Весела Петрова..... 272

ЕФЕКТ ОТ НАПОЯВАНЕТО НА ПАТЛАДЖАН СОРТ "БЪЛГАРСКИ 12" ПРИ СРЕДНО РАННО ПОЛСКО ПРОИЗВОДСТВО ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА
Анна Рачова, Весела Петрова-Браничева..... 278

ANALYSIS OF THE RELIABILITY OF MACHINES FOR THE HARVESTING AND TRANSPORT COMPLEX AND JUSTIFICATION OF THE REQUIREMENTS FOR THEIR RESERVATION
D. A. Domushchi, A. D. Ustuyanov, A. V. Maletin, P. I. Osadchuk, Y. I. Enakiev..... 285

THEORETICAL ASPECTS OF THE PROCESS OF COAGULATION OF IMPURITIES IN DISPERSED FLOWS
P. I. Osadchuk, D. A. Domushchi, Y. I. Enakiev..... 291

ХИМИЧЕН КОНТРОЛ НА ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕТО ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА МЕДИЦИНСКА ЛАЙКА (*MATRICARIA CHAMOMILLA L.*)
Десислава Ангелова, Станко Станев..... 300

ПОСТЕРНА СЕСИЯ *(РЕЗЮМЕ)*
POSTER SESSION *(ABSTRACT)*
ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ *(РЕЗЮМЕ)*

ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНОТО МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ФИЗИЧНИТЕ, ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ И ПОСЕВНИ КАЧЕСТВА НА СЕМЕНАТА
Галин Гинчев..... 308

ДИНАМИКА НА НАТРУПВАНЕ НА АБСОЛЮТНО СУХА БИОМАСА НА ЦАРЕВИЦА В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПРИЛОЖЕНОТО ТОРЕНЕ НА АЛУВИАЛНО ЛИВАДНА ПОЧВА
Миладин Назарков, Илияна Герасимова, Здравка Петкова..... 310

ОПТИЧНА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА - ЧУВСТВИТЕЛЕН МЕТОД ЗА АНАЛИЗ НА МИКРОЕЛЕМЕНТИ В ПРОБИ ОТ ПОЧВИ И СЕДИМЕНТИ
Олга Велева, Николая Величкова, Методи Караджов, Елка Пенчева, Нонка Даскалова..... 312

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДЕЙСТВИТЕЛНИТЕ НУЖДИ ОТ ВОДА ЗА НАПОЯВАНЕ НА ЯГОДИ ЧРЕЗ ТЕНЗИОМЕТЪР И ЧРЕЗ ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯТА
Елена Грънчарова, Благой Еленов, Елена Димитрова, Виктор Колчаков..... 314

ПОЗДРАВИТЕЛЕН АДРЕС ПО СЛУЧАЙ ОТКРИВАНЕ НА НАУЧЕН ФОРУМ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

„ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ”

посветен на международния ден на почвата 5 декември

от Директора на Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров”, проф. дн Ирена Димитрова Атанасова

***ДРАГИ КОЛЕГИ И ГОСТИ*,**

От името на ръководството на ИПАЗР „Н. Пушкаров“ и нашите съорганизатори - Селскостопанска академия, Българско почвоведско дружество, Съюзът на специалистите по качеството и Федерация на научно-техническите съюзи в земеделието, Ви приветствам с Добре дошли, за да отпразнуваме за 9-ти път Световния ден на почвата и да представим нашите научни постижения в областта на екологията и агротехнологиите.

„Световния ден на почвата“ е един от най-важните дни в календара на ООН, който се празнува на 5-ти декември. Нека, този ден обедини правителства, институции, учени, неправителствени организации и широката общественост в общата ни грижа за почвата.

Няма да се уморим да повтаряме, че почвата е жизненоважен природен ресурс, осигуряващ жизнено пространство за хората, както и основните екосистемни услуги свързани със снабдяването с вода и хранителни вещества, регулирането на климата, опазването на биологичното разнообразие и секвестирането на въглерода. Както казва Генералният секретар на Световната организация по прехрана и земеделие - ФАО, Цюй Дунюй „Почвата е майката на земеделието, майката на живота“.

Реалността, обаче показва, че почвите са под антропогенен и климатичен натиск, приблизително 33% от почвите по света са деградирани и държавите трябва да възприемат подходи за устойчиво управление на този ограничен, незаменим и невъзобновим природен ресурс .

В почвата се съдържат над 25 % от цялото биологично разнообразие на планетата, като тя е основата на хранителните вериги, изхранващи човечеството и надземното биологично разнообразие. Очаква се този крехък слой да осигурява и филтрира годна за консумация питейна вода за световно население, което към 2050 г. ще наброява почти 10 милиарда души.

Тази година Световният ден на почвата преминава под мотото „ПОЧВАТА И ВОДАТА: ИЗТОЧНИК НА ЖИВОТ“.

С тяхната функция да абсорбират водата и да намаляват риска от наводнения и от суша, почвите са незаменим съюзник в смекчаването на изменението на климата и адаптирането към него.

Почвите филтрират, абсорбират и смекчават въздействието на водите, но също така могат да ерозират и да се замърсят. Здравите почви са решение на основните предизвикателства, които са залегнали в Европейската Зелена Сделка, включително неутралност по отношение на климата, чиста и кръгова икономика, обръщане на процеса на загуба на биологично разнообразие, осигуряване на здравословна храна, опазване на човешкото здраве, спиране на опустиняването и влошаването на качеството на земите.

До 70 % от почвите в ЕС не са в добро състояние. Всяка ***година в ЕС около 1 милиард тона почва се губи от ерозия****, което води до загуба на селскостопанска продукция в ЕС в размер на 1,25 милиарда евро годишно. Почвите страдат също от намаляване на органичното вещество, замърсяване, загуба на биологично разнообразие, засоляване и запечатване в резултат на неустойчиво земеползване и управление, прекомерна експлоатация и емисии на замърсители.*

Нека, 5-тото издание на нашата конференция стане обща платформа за изследователи, фермери, индустриалния сектор и медиите, за да се установи връзката между нас учените и широката общественост.

Ще обменим знания, за да представим новите постижения в областта на почвознанието, агротехнологиите и растителната защита, ще проведем и постерна сесия, по която ще имаме възможност за обсъждане и изразяване на различни мнения.

Искам да се възползвам от възможността да поздравя, всички присъстващи и участници в конференцията, които докладват своите научни достижения. Убедена съм, че настоящото 5-то издание на конференцията е чудесна възможност за равносметка на извършеното досега в областта на екологията и агротехнологиите, но и в близки области на знанието – биология, химия, инженерни науки и др.

Разрешете ми, да ви поздравя с успешно изпълнената работа по всички проекти, по които работим – Фонд научни изследвания, Националните научни програми, Програма за развитие на селските райони - ДФЗ, ЕК и др. ~ 30 проекта.

Пожелавам УСПЕШНА РАБОТА НА НАУЧНАТА КОНФЕРЕНЦИЯ и ЧЕСТИТ ПРОФЕСИОНАЛЕН ПРАЗНИК ***„СВЕТОВНИЯ ДЕН НА ПОЧВАТА“.***

Проф. дн Ирена Димитрова Атанасова
Директор на Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“, София

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

PLENARY REPORTS

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

„Почва и вода – извор на живот.“
Лого на Световния ден на почвата, 2023

„Почва, която не съдържа вода,
е мъртва почва“
Н. Пушкаров, „Образуване на почвата“,
1909 г.

НИКОЛА ПУШКАРОВ – ЖИВОТ, ОТДАДЕН НА НАУКАТА, ХОРАТА И БЪЛГАРИЯ. 150 ГОДИНИ ОТ НЕГОВОТО РОЖДЕНИЕ И 80 ГОДИНИ ОТ КОНЧИНАТА МУ

Проф. д-р Методи Теохаров

Председател на Българско почвоведско дружество

Уважаеми колеги, драги гости, дами и господа,

На тази дата, пети декември, Световен ден на почвата, винаги съм изнасял доклади, свързани с научната идеология и философия за изучаване, използване, опазване и защита на почвените и поземлените ресурси. Мотивите да разработя този пленарен доклад са няколко: първо, през тази година, на 19.02.1923 г. се навършиха 80 години от кончината на видния български учен, природоизпитател, основоположник на българската почвена наука, патриот и борец за национално единение, общественик, народен будител и просветител Никола Петков Пушкаров; второ, в навечерието сме на неговата юбилейна годишнина - на 14.12.2024 г. се навършват 150 години от неговото рождение. Във връзка с тази дата, обществеността на неговия роден град Пирдоп, начело с кмета Ангел Геров, музейните и културните дейци на общината, вече започнаха подготовката на място. На 1 ноември, денят на народните будители, във вестника на Средногорието - „Регион,“ беше публикуван „Апел за подкрепа честването на 150 години от рождението на учителя от Средногорието, войвода от Илинденско-Преображенското въстание и пръв български изследовател на почвите и земята Никола Петков Пушкаров“. В него участват и Председателят на БПД проф. М. Теохаров и Директора на нашия Институт проф. И. Атанасова. Община Пирдоп и обществеността обявяват 2024 г. за година на Никола Пушкаров и в тази връзка се предвиждат редица инициативи. Трето, поради незавидното конструктивно състояние на родния дом на Пушкаров започна акция за „извършване на необходимите възстановителни, строително-ремонтни дейности на старата възрожденска къща“, която е на повече от 200 години и продължава да се руши, а тя е собственост на нашия Институт. За целта е обявена дарителска сметка към Централната кооперативна банка и вече са направени първите дарения. Българско почвоведско дружество също даде своята скромна лепта от 1000 лв. Желанието на всички е откриването на реставрираната сграда да стане в деня на неговото рождение. И на края, но не на последно място, изнасям този доклад заради младите учени и специалисти, които искат да знаят нещо повече за нашия патрон - една личност, която виждаше развитието на почвената наука десетилетия напред. И нека тези мои исторически проучвания са начало на нашата подготвителна работа за юбилея на Патриарха на българското почвознание.

Известният историк и летописец на Средногорието и почетен гражданин на гр. Пирдоп д-р Иван Иванов (2016) пише, че „научната и общественополезна дейност на

Никола Пушкаров се проявява във всички етапи на неговото личностно и професионално развитие. Той работи до последния си ден, когато го намират близките му, седнал на стола на писалищната маса (по спомени на неговата съпруга), но не преклонил глава пред трудностите и изпитанията, които го следват през целия живот по земята българска, на която посвещава живота си“. Ето защо, ще бъде полезно за всички нас да припомним някои по-важни моменти от неговия живот.

Пушкаров е от тези личности, които не побират живота и делата си в определена рамка и със своите идеи и борби остават пример за подражание векове, той е величина с национални и международни измерения. В общества, изпълнени с несправедливост и духовна пустота, те приживе остават неразбрани или унижавани. В миналото и сега примерите са много. Ето защо, позволявам си да напиша думи на възхвала и признание за човека, чийто живот и дейност са осеяни с небивали трудности и съдбовни превратности. За по-новото поколение българи революционното му име говори много малко. За началото на 20 век, когато България се възражда и продължава борбата против Османската империя за обединение на българските земи от Тракия и Македония, името Пушкаров се покрива напълно с неговия новаторски и революционен дух. За човек, нарамил пушка и отдал се на националноосвободителната и революционна борба, на просветна, будителска и просветителска, а по-късно и на научна дейност, не може да има леки и прави пътища. Животът на Пушкаров до последния път е трънлив, той става жертва на своето верую и има печалната слава да бъде признат посмъртно, въпреки че цялостната му дейност е изпълнена с постоянна борба и неимоверен труд в името на хората и Отечеството, разкриването на богатствата на нашата земя и нейното опазване и защита.

Никола Пушкаров е роден в гр. Пирдоп в семейство на бележити българи революционери и радетели за свобода и национална независимост. Той е петото от десет деца на семейството. Големи исторически личности и фактори оказват влияние върху неговото развитие – бащата Петко Лилов Пушкаров, талантлив гайтанджия и търговец, виден общественик преди и след Освобождението, неговият учител – писателят Тодор Влайков, легендарният войвода Гоце Делчев, известният немски проф. Раман в Мюнхен, където той провежда дългосрочна специализация и прогресивния интелектуален и научен елит от Софийския университет и БАН, с които той не прекъсва връзките си от студентството до края на живота си. Непримиримият дух към неправдата е причина още в гимназиалния курс да издава вестници и да организира прогресивните ученически борби, заради което последователно сменя гимназиите - София, Севлиево, Пловдив и Търново. Макар и отличен ученик, навсякъде, където е преместван, в атестационната му карта пише, че е „бунтар против властта”. Завършва във Варна, където дружи с Методий Попов (по-късно академик и основател на Института по биология) и с Васил Коларов, обществен деятел и политик. След завършване на гимназията е назначен за учител в близкото до родния град с. Мирково. През 1896 г. е избран за делегат на учителски конгрес в Казанлък. Същата година е приет за студент по естествознание във Физико-математическия факултет на Висшето училище (Софийски университет) в София и по време на следването си става любимец на акад. Георги Бончев, който го кани да проучват заедно петрографията на Централен Балкан, Витоша и Рила. Във Висшето училище той е основател, заедно с М. Попов, Р. Попов и Ив. Площаков (по-късно известни учени), лидер на дружеството на студентите-естественици и участник в студентските борби срещу Радославовия режим. Като отличник на випуска, след завършване има лична покана от тогавашния Министър на просвещението Петко

Каравелов да работи в Министерството, но той отказва и се връща в родния град Пирдоп като учител. Развива широка културно-просветна и обществена дейност. Поради отказ на предложението на Софийския окръжен инспектор да бъде председател на педагогическата конференция е изправен на съд. Лично Петко Каравелов, вече като Министър председател се намесва и обвиненията са снети. Като педагог и организатор на учителското движение в Пирдоп, Пловдив, София, Плевен и Видин и Председател на учителското дружество в Средногорието, той не един път е уволняван. Неговите ученици го помнят като учител с “голяма интелигентност и възпитание, висока култура и знания“, който в извън учебно време е събирал различни природни образци, „въоръжен с пушка, ботаническа кутия и геоложки чук.“ Преследван е и като изявен лектор на културно-просветните дружества и като основател на първото Взаимоспомагателното дружество “Орало” с 63 членове в родния край, защото ги защитава от лихварите. По негово предложение през лятото на 1902 г. се създава фонд за набиране на средства за изграждане на читалище „Напредък“ в Пирдоп, на което е избран за Председател на настоятелството. Пушкаров организира своите колеги-учители и за един месец изработват безплатно 30 хил. тухли за сградата на читалището. За отбелязване е, че във Видин като учител е и съредактор на сп. Здраве, създава Народен университет и е обичан лектор, авторитет на града. Тук извършва хидроложки проучвания и разработва проект за водоснабдяване на града. За съжаление, този проект е изпълнен от скъпо платения австрийски професор Фархампер, който получава огромния хонорар. Пушкаров проектира и се изграждат подходящи диги и пояси във Видинското поле за защита на земята от водите на Дунав и северния вятър. Навсякъде, където той учителства, остава в съзнанието на своите колеги, ученици и местните жители като педагог с широка подготовка и активна културно-просветна и обществена дейност. Въпреки ниското заплащане на учителския труд, той помага на свои бедни, но ученолюбиви ученици със средства, за да завършат образованието си.

Задълбочени изследвания за революционната дейност на Никола Пушкаров и борбата му за национално единение извършва д-р Иван Иванов (2016), който посочва, че през 1902 г. при лична среща с Гоце Делчев и по негов съвет той прави постъпка да замине за югозападните български земи (Македония), намиращи се в границите на Османската империя. Желанието му е да работи в Битоля като учител и да участва в борбата срещу просръбската пропаганда и „сърбоманския въпрос“. С акт на Българската екзархия е изпратен за учител по естествена история в Мъжкото педагогическо училище в Скопие, за да оглави и участва в подготовката на Илинденско-Преображенското въстание. Тук започва да издава в-к „Освобождение”, заедно с родената в гр. Струга учителка в Скопското девическо училище Славка Чакърова, която четири години по-късно става негова съпруга, както и с Люба Кюилева от Велес и Янка Каневчева от Охрид. Революционната среда, в която работи Пушкаров, включва борци учители, занаятчии, млади хора от покрайнините на Скопие и близките градове и села – Тетово, Куманово, Кочани, Кратово и Паланка. Революционната и печатна дейност не остават скрити от турската администрация, но благодарение на смелите жени около него и на неговите съратници в пропагандата и борбата – учителят Димитър Галев от Скопие, Илия Ращинов от Велес, Кирил Стоянов от Мавровo и Димитър Ганчев от Русе, той остава невредим след неколкократни обиски и претърсвания. Същевременно е избран за председател на Скопския революционен комитет. Той обикаля като войвода с чета от 11 души планините и околността на Скопие, за да отмъщава за „золумите на турците” и да организира въстанието, а любовта му към петрографията го кара да

събира скални образци в своята раница. За известно време се връща в Княжеството да привлече още четници и работи по изпращането на оръжие и „адски машини" и производството на цианкалий в Софийския университет, за да се използва при необходимост. По време на въстанието неговата чета нараства на 25 въстаници, въоръжава я с необходимото оръжие - 200 бомби и 7 товара динамит. Още на другия ден след обявяване на Илинденското въстание - на 3 август, четата на Пушкаров разбива охранителното отделение от около 50-60 охранители на моста на р. Вардар, взривява железопътната линия между Скопие и Велес, заедно с влаковата композиция с 32 вагона, натоварени с боеприпаси и турска войска. След този пореден успех води сражения с турски заптиета във Ветерския и Гюришкия манастир и други райони. Последното сражение е в началото на септември в околностите на с. Паланка, след което с останалите живи четници се прибира в страната. Справедливата борба за независимост на българи и турци е отразена в спомените му кратко: "Ние се борехме за свободата на едните и другите". След неуспеха на въстанието, войводата Пушкаров през есента и зимата на 1903-1904 г. няколкократно организира заседания на Скопския революционен окръг заедно с Христо Матов и д-р Христо Татарчев, как да продължат борбата. Завръщайки се в България, държи връзка с Яне Сандански и го укрива една година в своя дом в София на ул. „Ивац войвода". Като един от водачите на чети и активен участник във ВМОРО, на 9 март 1919 г. Пушкаров е сред 17-те бивши войводи, между които Гьорче Петров, Михаил Герджиков и др., подписали специален апел към македонското население и емиграцията в България. Връзката му с тези революционери и неговата съвместна дейност с тях не остава незабелязана по-късно в научните среди от кабинетните професори, а може би и от върховистите или техни симпатизанти. Страхът от патриота и борeца за единна България и завистта към учения новатор и „неудобен опонент в науката", ги кара да го преследват цял живот. Работата му като учител в родния град и в страната, най-вече в периода 1904-1908 г., и като подначалник в Министерството на народното просвещение през 1909-1911 г. не може да го спре да мисли за научните идеи, посадени от неговия наставник и преподавател в университета акад. Георги Бончев. Без да е назначен за изследовател, през 1909 г. написва капиталния труд „Образуване на почвата" и така поставя началото на изучаване на генезиса и образуването на почвите. След този период започва активна научноизследователска, публицистична и обществена дейност. Редактира сп. Естествознание и география, Химия и индустрия, където сътрудничат най-крупните представители на науката по това време – Ас. Златаров, Г. Бончев, П. Бакалов, З. Караогланов, М. Димитров, Ст. Петков, Р. Попов, Ж. Радев, Г. Шишков и други известни учени в естествознанието. Пушкаров е първият редактор на "Списание на Земеделските изпитателни институти в България", първият преводач у нас на "Произход на видовете" от Ч. Дарвин. Той е няколкократно избиран за Председател на Българското природозащитно дружество и е един от основателите на Геоложкото дружество. По негово предложение до Министъра на търговията и земеделието, през 1911 г. е открита Почвоведска секция към Държавната земеделска опитна станция в София. Тази историческа дата се смята за рождена за българското почвознание, а ръководителят на секцията – първият почвовед у нас. Днес, когато са минали толкова години, все още не остаряват неговите постановки за произхода и класификацията на почвите, минералното торене и торопотребността на културите, вкисляването, засоляването, мелиорирането и обработката на почвата, борбата със сушата, химизацията и напояването, районирането на земеделските култури и т.н. Всички тези теми са актуални и днес. Пушкаров е първият учен у нас, който установи основните

закономерности на географското разпространение на почвите и доказа агроекологичния подход за използването им. Той разработва първата Национална Почвена карта и първата методика за бонитетна оценка на земеделските земи, която внедрява в общините. Така с пълно право той е признат от новите поколения изследователи за Патриарх на българското почвознание.

След като през 1914-1915 г. специализира в Германия, задълбочено се запознава с руската Докучаевска школа, той продължава да изпълнява широкомащабна научна програма за изучаване на почвените и поземлените ресурси в страната. За проучванията и срещите със земеделските стопани свидетелстват спомените на един от тях – околийския агроном Георги Иванов Попов. Той посочва "живия интерес и непосредственото участие в работата" на Пушкаров, които проявява при почвените проучвания и внедряването на методиката за бонитация на земеделските земи по селища. Пушкаров последователно публикува почвено-геологични и почвени очерци, трудове и студии за различни райони на България. Широката обща култура и всестранните агропочвени и агробиологични изследвания утвърждават неговия голям авторитет на учен и изследовател в Земеделската опитна станция и през 1919 г. е назначен за директор на станцията, след единодушно гласуване на колегите. По негов доклад станцията е реформирана в Институт през 1920 г. с 8 научни отдела. Акад. Кирил Павлов високо оценява неговата дейност като директор и пише: "Истинско щастие е било за Института, че през този период начело е стоял човек като Н. Пушкаров. Отлично подготвен, упорит като научен работник, прогресивен и добър, но твърд и последователен човек, съумява за кратко време да издигне Института на голяма висота като научноизследователско учреждение".

Превратът на 9 юни 1923 г. заварва Института в голям подем, за което Пушкаров има заслуги. По спомени на акад. М. Димитров, скоро преди преврата той водил научна полемика с двама учени, единият от които проф. Янаки Моллов. Станал Министър на земеделието, той веднага уволнява Пушкаров по политически причини и отнема земята, която успява да осигури за построяване на сграда на Института. От Директор на Централния земеделски изпитателен институт в София, Пушкаров остава 4 години без работа. Видният български историк и философ пише още: "Така безкористният и самоотвержен научен работник бе лишен не само от възможността да продължи своите научни изследвания, но и от късчето хляб. Пушкаров бе горд, той не отиде да се помоли никому, нито пък прати някого да се моли за връщането му. Той прекара черни дни, когато семейството му нямаше какво да яде и най-после геологът-почвовед се принуди да стане търговски служещ в едно издателство". В резултат от тежките условия на живот е заболяването и смъртта на единствената му 20-годишна дъщеря. Възстановен е след 4 години, през 1926, като началник на Почвения отдел. При крайна материална и кадрова недостатъчност, много често сам и със собствени средства, той продължава почвените проучвания в страната за цялостното им изучаване. Пропагандира идеите за комасация и колективно обработване на земята. През 1931 г. издава първата Почвена карта на България в М. 1:500000 на български и немски език, като за целта тегли заем от Ючбунарската популярна банка срещу ипотека на дома си, която изплаща до края на живота. Този пример за безкористие и преданост към науката, българската земя и народа й далеч надхвърля обикновените морални норми. По това време неговите трудове се четат в Европа и немският професор Х. Щреме използва Почвената карта на Пушкаров за разработване на Почвена карта на Европа. До издаването ѝ той извършва огромна работа за много късо време и разработва множество почвено-картографски очерци. Още през 1913 г. издава разширена студия „Почвено-

агрогеологичен очерк на Софийското поле“ с агрогеологична карта в М 1:126000. През 1920 г. завършва и публикува подробните почвени и комплексни изследвания, включително и за водите, за Пирдопската административна околия, а през 1922 г. завършва проучванията за Орханийската (Ботевградска) околия. И така продължават почвено-картографските изследвания в цялата страна. Пушкаров популяризира и най-новите трудове на редица руски и западни учени (Гедройц, Зигмонд, Лемерман, Бланк и др.).

Въпреки всичко направено от големия учен, след политическия преврат на 19 юни 1934 г. възможността за изследователска работа отново е отнета от реакционните представители на Агрономо-Лесовъдния факултет, начело с проф. Янаки Моллов, които не споделят вижданията му в науката и най-вероятно са причина за преждевременното пенсиониране от Министъра на земеделието К. Бояджиев през 1935 г. Въпреки всичко, той със собствени средства продължава да проучва почвите в страната. През 1940 г. прогресивни специалисти от Министерството на земеделието назначават Пушкаров за надничар (какво унижение!) към Почвения отдел на Земеделския изпитателен институт със задача да разработи нова почвена карта. Наскоро, начело на Министерството застава Хр. Петров, известен със своите фашистки похвати и повярвал също на доноси, незабавно отстранява Пушкаров от работа по донос на негов ученик и малка групичка „заговорници“. Интересно е, че по-късно, през 1947 г., същият доносник е вече доцент в Хидротехническия факултет на Държавната политехника (днешния УАСГ). Дълбоко огорчен от поредния удар, той продължава да работи в домашния си кабинет и сам, с оскъдната пенсия и с помощта на много добри хора и уважаващи го специалисти по места, продължава с кон и конски талига да проучва почвите на Дунавската равнина. Изразходва и последните си спестявания, но втората национална карта за почвите в България остава недовършена. Според проф. Е. Коларова, научните трудове на Пушкаров са били често предмет на твърде необективна критика от страна на акад. И. Странски и проф. Б. Букурещлиев и техни сътрудници. Защо? Защото той доказва генетичния произход на почвите и разработва генетична класификация и научно оспорва „много разпространената у нас класификация на почвите по механичен състав и отчасти по химичния им състав“. След десетки години почвени проучвания в цялата страна, той продължава да бъде уважаван и търсен от науката и практиката. По покана на жители на с. Лъджене (днес квартал на Велинград), през 1942 г. проучва и открива топлите минерални извори за построения тогава учителски санаториум. Същата година оказва сериозна подкрепа при пускането в работа на тебеширено-варовото производство в гр. Сливница. Макар и с много влошено здраве, той работи до последно, за да издаде Втората национална почвена карта и подпомогне семейството си. Умира на 19.02.1943 г. в лишения и мизерия, но горд и с достойнство, с честно извървян път в науката и в борбата с вътрешни и външни врагове. Личностите като Н. Пушкаров са единици и някога, и сега. Той е проумял своята мисия и я е осъществил, с цената на живота и семейството.

Днес, когато прехвърляме страниците на многобройните му трудове и се възхищаваме от неговите дела, се питаме: защо е протекъл живота му така. Отговорът е един – Пушкаров е бил личност с новаторски решения по жизнено важни и национални проблеми, личност, която е била трън в очите на пигмеите в науката и политиката. А личността колкото по-ярка е тя, толкова повече дразни малките и низши хора. Това ги е дразнело и те са го държали на прицел, макар никога да не е членувал в партии, но по природа е бил демократ, имал е чисто народняшки идеи, защитавал е поробените, бедните и онеправданите с пушка, перо

и слово. Това не се прощава никога – и преди, и сега. Ето какво пише неговият съгражданин, поетът Веселин Андреев: „Пушкаров бе силен човек. Животът го бе научил да понася твърдо всичко с една вътрешна убеденост и гордост. Той бе страдал не само на младини. Тормозеха го и на преклонна възраст, когато с младежка енергия, с възхитителна всеотдайна любов към науката си – какъв великолепен пример за днешните поколения! – обикаляше при убийствени условия страната, правеше проучвания". Когато са му отнети всички възможности за изследвания на почвите, вече с разклатено здраве, той създава вестник „Средногорска мисъл" и заедно с Веселин Андреев на 1 ноември 1940 г., в Деня на народните будители, издават първия брой и прокламират основните задачи на вестника. Не мога да не спомена някои от статиите, препоръките и съветите, които той публикува в този и преди това в други местни и централни издания, свързани с агрохимическата запасеност на почвите, тяхната торопотребност, хранителния режим и хранене на растенията. Много важни са публикациите относно органичното, зелено и минерално торене, внедряването на технически и етерично-маслени култури, използването на мелиоративни и хидромелиоративни методи, борбата със сушата и методите за напояване, актуални и днес. Едновременно с почвите проучва и водите - подпочвени, повърхностни и минерални в различни райони на страната. Неслучайно мотото на Световния ден на почвата за 2024 г. е „Почва и вода - извор на живот." Той обръща особено внимание на агротехниката на зърнените култури, комасацията и кооперативното обработване на земята, значението на горите за земеделието, цвеклопроизводството и розопроизводството, фалшификацията на розовото масло и мерки за отстраняването й, земеделското производство и здравеопазване (колко актуално звучи след повече от 80 години, цяла агенция се занимава днес с този проблем). Всички негови препоръки и съвети за земеделието и използване и опазване на почвите и повишаване на почвеното плодородие и бонитетната оценка на земите, са прилагани през отделните етапи на развитие на страната. Научната продукция на Н.Пушкаров надвишава 200 научни трудове и научно-популярни статии, някои от които отпечатани и след смъртта му.

Пушкаров не доживява признание за своето крупно дело. Чак когато се провежда Българо-съветската почвена експедиция през 1947 г., видните съветски учени и академици И. П. Герасимов и И. Н. Антипов-Каратаев дават висока и заслужена оценка за цялостната му дейност. През 1948 г. (преди 75 години) неговото име бе дадено на един от най-важните национални селскостопански институти у нас – Института по почвознание. 104 години след написването на капиталния труд "Образуване на почвата", Общото събрание на ООН с Резолюция на 68-та сесия от 20.12.2013 г. взе решение 5 декември да бъде отбелязван ежегодно като Световен ден на почвата. 2015 г. е обявена за Международна година на почвата, а периода 2015-2024 г. – за Международно десетилетие на почвите. Какво международно признание и оценка за значимостта на този уникален природен ресурс за изхранване на населението на Планетата! Каква далновидност на големия български учен Никола Пушкаров, който пръв започна изучаването на почвените и поземлени ресурси на благодатната българска земя! От тук произтича един много съществен въпрос – Защо въпреки огромните житейски трудности, Пушкаров остава верен на науката, хората и България? Ще отговоря с мислите на един български революционер, Раковски, който казва : „Любовта към Отечеството предходи сичките световни добрини". И пак Тя, любовта към отечеството, ражда онази отдаденост към свободата и народа, за които всякакви страдания и жертви в живота на истинските личности и синове на българската земя са неувяхващ венец на тяхното дело. Ето защо, в името на историческата памет и научното дело на Никола Пушкаров, сме

длъжни да не забравяме неговата велика мисъл „Лъчът дал живота, а земята материална основа на този живот“, защото почвите и земята са тези, които решават продоволствената сигурност на страната. Когато създавах логото на БПД, включих на първо място в него слънчевия лъч, на второ място триъгълника на почвоведите и на трето място – триединното и вечно начало на науката за почвите – книгата - символ на знанието и словото, житния клас – символ на насъщния и жизнен нам хляб и почвоведската сонда – символ и реалност на вечното движение и развитие на почвознанието напред.

Уважаеми колеги, бъдете достойни, доблестни и горди последователи на делото и живота на Патриарха на българското почвознание, независимо от научното направление на вашата творческа дейност.

Литература

1. Иванов И. 2016. Страници от биографията на Никола Пушкаров (1874-1943). В: Геохимични и агроекологични проблеми на Златишко-Пирдопското поле и околността, Изд. БПД, С., 147-166.
2. Коларова Е. 1959. Очерк за живота и научната дейност на Н.П.Пушкаров. В: Н. П. Пушкаров, БАН, 11-26.
3. Найденов В. 1913. Годишен отчет на Държавната земеделска Опитна станция в София за 1910-1911 г., С., 57 с.
4. Пушкаров Н. 1959. Библиография, Изд. БАН, С., 95 с.
5. Пушкаров Н. 1975. Избрани трудове, Изд. БАН, С., 289 с.
6. Теохаров М. 2011. Почвите и земята на България – национално и вековно богатство, Изд. PSSE, С., 228 с.
7. Теохаров М. 2020. 145 години от рождението на Н. Пушкаров. В: Световен ден на почвата, 5.12.2019, Изд. БПД, С., 28-30.
8. Теохаров М. 2022. 112 години от основаване науката за почвата и 110 години от полагане основите на Почвен институт в България. В: Световен ден на почвата, 5.12.2021, Изд. БПД, С., 24-32.
9. Теохаров М. 2023. Развитие и значение на почвената наука в света и в България. В: Световен ден на почвата, 5.12.2022, Изд. БПД, С., 43-52.
10. Теохаров М. 2023. Син на благодатната българска земя. В-к „Нова зора“, бр.40, 31.10.2023, 2-5.
11. Апел за подкрепа честването на 150 години от рождението на учителя от Средногорието, войвода от Илинденско-Преображенското въстание и пръв български изследовател на почвите и земята Никола Петков Пушкаров. В-к Регион, бр. 44 (1147), 7.11.-13.11.2023 г., гл. редактор д-р Иван Иванов, Пирдоп.

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ

(ПЪЛЕН ТЕКСТ)

ORAL REPORTS

(FULL PAPER)

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

(ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)

ПРОМЕНИ НА ЕМИСИИТЕ НА ПАРНИКОВИ ГАЗОВЕ, ОРГАНИЧНО ВЕЩЕСТВО И ПОЧВЕНА МИКРОБИОТА ПОД ВЛИЯНИЕ НА ПРОТИВОЕРОЗИОННИ И ТРАДИЦИОННИ СИСТЕМИ ЗА ОБРАБОТКА НА ПОЧВАТА

Гергана Кунчева, Галина Петкова, Йонита Перфанова, Милена Керчева, Виктор Колчаков

ИПАЗР „Никола Пушкаров“, Селскостопанска академия

g.kuncheva@issapp-pushkarov.org

Резюме

Водната ерозия е най-значителният деградационен процес на Карбонатните Черноземи, заемащи обширни части от Дунавската равнина. За предотвратяване и намаляване на негативните последици от водната ерозия в земеделските земи се прилагат редица практики и технологии. В продължение на две години е изведен опит с пшеница и царевица в сеитбообръщение с прилагане на традиционни обработки по склона (Т0), традиционна контурна обработка (Т1) и противоерозионна технология (Т2), включваща минимални обработки и предкултура преди сеитба на царевицата. Определяни са съдържанието на общ органичен въглерод, лабилно органично вещество, числеността на основните групи почвени микроорганизми, както и почвените емисии на CO_2 и N_2O.

По-високо количество амонифициращи, спорообразуващи, разграждащи целулозата микроорганизми, актиномицети и азотфиксиращи бактерии са отчетени при вариант Т2 при царевица, в сравнение с вариантите Т0 и Т1. Минималната обработка на почвата (Т2) при пшеница води до увеличаване числеността на актиномицети и целулозоразграждащи микроорганизми, през пролетните и летните месеци. Почвените CO_2 емисии при пшеница са най-ниски (29,2 33,2 kg ha^{-1} $ден^{-1}$) при вариант Т2, следван от вариантите Т0 (33,2 kg ha^{-1} $ден^{-1}$) и Т1 (32,3 33,2 kg ha^{-1} $ден^{-1}$). Средните емисии при царевица при вариант Т0 в сравнение с вариантите Т1 и Т2 са понижени, поради уплътняването на повърхностния почвен слой, поради интензивни ерозионни процеси. Емисиите на N_2O между вариантите са незначителни, но са най-ниски при вариантите Т2. Общият органичен въглерод, при вариант Т2 при царевица е най-висок. Лабилното органично вещество е повишено през есента при конвенционално отглежданите варианти по склона. Минималната обработка на почвата при царевица и пшеница, отглеждани на склонови терени, с включване на предкултура, има положителен ефект върху органичното вещество на почвата, микрофлората и емисиите на парникови газове.

***Ключови думи**:* водна ерозия, минимални обработки, предкултура, емисии на парникови газове.

Благодарности

Авторите благодарят за финансирането на научните изследвания по проект „Ефективност на противоерозионни агротехнологии за подобряване на качеството и хидрологичния режим на почвата и ограничаване на емисиите на парникови газове” от Фонд „Научни Изследвания” (договор КП-06 Н 46/1 2020).

CHANGES IN SOIL GREENHOUSE GAS EMISSIONS, ORGANIC MATTER AND SOIL MICROBIOTA UNDER THE INFLUENCE OF EROSION CONTROL AND CONVENTIONAL TILLAGE SYSTEMS

Gergana Kuncheva, Galina Petkova, Jonita Perfanova, Milena Kercheva, Viktor Kolchakov

ISSAPP „Nikola Poushkarov“, Agricultural Academy

g.kuncheva@issapp-pushkarov.org

Abstract

Water erosion is the most significant degradation process of Epicalcic Chernozems, occupying large parts of the Danube Plain. To prevent and reduce the negative consequences of water erosion in agricultural lands, a number of practices and technologies are applied. An experiment with wheat and maize in rotation with the application of up-and-down slope culture (T0), traditional contour tillage (T1) and erosion control technology (T2), including minimum tillage with cover crop before maize sowing had been performed for two years. The content of total organic carbon, labile organic matter, the number of main groups of soil microorganisms, as well as CO_2 and N_2O soil emissions were monitored.

A higher amount of ammonifying, spore-forming, cellulose-degrading microorganisms, actinomycetes and nitrogen-fixing bacteria, were reported in T2 variant under maize, compared to T0 and T1 variants. Minimum tillage (T2) under wheat resulted in higher numbers of actinomycetes and cellulose-degrading microorganisms during the spring and summer months. Soil CO_2 emissions under wheat were the lowest (29.2 kg ha^{-1} day^{-1}) in the minimum tilled variant, followed by T0 (33.2 kg ha^{-1} day^{-1}) and T1(32.3 kg ha^{-1} day^{-1}) variants. The average emissions under maize at T0 variant, compared to the T1 and T2, decreased, due to the compaction of the surface soil layer, result of more intensive erosion processes. The N_2O emissions among the different variants were insignificant, but overall, they were the lowest in the T2 variants. Average total organic carbon in T2 maize variant was the highest. The labile organic matter increased during autumn in the conventionally grown variants along the slope (T0). Minimum tillage for maize and wheat growing on slope lands with the inclusion of pre-crop in the rotation, had a positive effect on soil organic matter, microflora and GHG emissions.

Key words: water erosion, minimum tillage, cover crop, soil greenhouse gas emissions.

Acknowledgments

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”).

Въведение

Карбонатните черноземи (Кастаноземи) са изложени на чести водно-ерозионни процеси поради нарушената структура и ниската водоустойчивост на почвените агрегати (Dilkova 2015; Kercheva et al. 2011; Rigelink et al. 2015), както и особеностите на релефа и климата на Дунавската равнина, където са разпространени този тип почви.

Почвата, като компонент на околната среда, е ограничен и практически невъзобновим природен ресурс, който изисква опазване от деградационните процеси. Технологиите за опазване на почвата се основават на намаляване на въздействието на машините върху почвата, като включват основна обработка без обръщане на пласта, работа на по-малка дълбочина, като същевременно се запазват растителните остатъци (Jin, 2009; Chowaniak, 2020). Тези технологии се прилагат като подходяща практика за управление на земите и предпазване на почвите от деградациониите процеси, водна ерозия, загуба на органично вещество и загуба на биоразнообразие. Тези практики за обработка на почвата влияят на повърхностните физични и водни свойства, което води до повишена инфилтрация и намален отток (Haytham Salem, 2015). Почвените микроорганизми са в основата на функционирането на природните и селскостопанските екосистеми и реагират по-бързо на антропогенни смущения и промени в околната среда (Qui, L., 2021, Liang et al., 2020; Li J. et al., 2022). Структурата, съставът и активността на почвената микрофлора са много чувствителен индикатор за промените в почвените условия (Qiu, L., 2021, Li et al., 2019). В допълнение, почвените микроорганизми са пряко свързани с емисиите на парникови газове и образуването и стабилизирането на почвеното органично вещество (Liang, 2019).

Целта на изследването е да се определи влиянието на противоерозионни и традиционни системи за обработка на почвата за отглеждане на пшеница и царевица на наклонени терени, върху почвеното органично вещество, изобилието от основни групи микроорганизми и емисиите на парникови газове.

Материали и методи

Изведен е експеримент за първи две години, с пшеница и царевица, в ротация, на склон с наклон 5°C, в опитното поле на ИПАЗР „Н. Пушкаров” в село Тръстеник, област Русе. Вариантите, които са изпитвани са: традиционни обработки по наклона на склона (Т0), традиционна контурна обработка на почвата (Т1) и специфична за културата противоерозионна технология (Т2). Вариант Т2 включва минимални обработки и предкултура след пшеница, преди царевица, която се използва за зелено торене. Ротацията беше извършена като вариант Т0 за отглеждане на пшеница се измества от вариант Т0 за отглеждане на царевица, Т1 вариант при пшеница беше в ротация с Т1 за царевица и противоерозионна технология за пшеница са в обръщение с противоерозионна технология за отглеждане на царевица.

Емисиите на CO_2 и N_2O са измервани два пъти месечно през вегетационния период. Използвани са пластмасови камери за акумулиране на почвените емисии. Общото съдържание на органичен въглерод (ПОВ,%) се определя по модифицирания метод на Тюрин [дихроматно изгаряне при 125º С, 45 мин. и (NH4)2.SO4.FeSO4.6H2O титруване, фенил антраниликова киселина като индикатор] (Филчева и Tsadilas 2002. Лабилният, окисляем с калиев перманганат въглерод (POXC) е определен по Culman (2012). Методът за субстратно индуцирано дишане (SIR) беше използван за измерване на микробиалния въглерод (Cmic) съгласно метода на Anderson-Domsch (Anderson и Domsch 1978). Количеството на микроорганизмите беше определяно върху твърди, селективни, агарови среди. Хетеротрофните бактерии са култивирани върху месо-пептонен агар, актиномицети и бактерии, усвояващи минерален азот – върху Скорбяло-амонячен агар, сапротрофни гъби – върху среда на Czapek, целулозоразграждащи микроорганизми – върху среда на Hutchinson, азотфиксиращи бактерии върху среда на Ashby (Grudeva et al., 2007).

Резултати и обсъждане

Съдържанието на органично вещество в почвата беше определяно в три периода на вегетацията (пролет, лято и есен). Средната стойност на органичния въглерод в почвата (ПОВ) през първата година е най-висока при вариант Т2, при царевица с отглеждане на предкултура (таблица 1). За пшеницата количеството ПОВ е най-високо при Т1. През първата година все още има влияние на почвените различия. През втората година от експеримента, средно от всички измервания, най-високите количества органичен въглерод са регистрирани при противоерозионни обработки Т2 за две култури (1,48% за пшеница и 1,53% за царевица) (таблица 1).

Таблица 1. Средно съдържание на почвен органичен въглерод в обработваемия почвен слой при различни практики за обработка на почвата и отглеждане на култури върху средно ерозиран Карбонатен Чернозем, ПОВ (%)

Варианти	Култура	2021	2022
Т0. По склона, традиционно	Пшеница	1,29a±0.07	1,35a±0.06
	Царевица	1,40 ±0.02	1,43a±0.09
Т1. Традиционно, напречно на склона	Пшеница	1,41b±0.01	1.44a±0.12
	Царевица	1,38a±0.04	1.44a±0.15
Т2. Противоерозионна технология	Пшеница	1,35ab±0.04	1,48a±0.14
	Царевица	1,44a±0.05	1,53a±0.15

Най-ниското количество микробиален въглерод е измерено във вариантите Т0 (таблица 2) през първата година от изследването. През пролетта на 2021 г. и през есента на 2022 г., вариантът Т2 при пшеницата, е отчетено най-високо количество микробиален въглерод (mg 100 g^{-1}). При царевицата микробиалният въглерод при вариант Т0 е по-ниски количества в сравнение с Т1 и Т2.

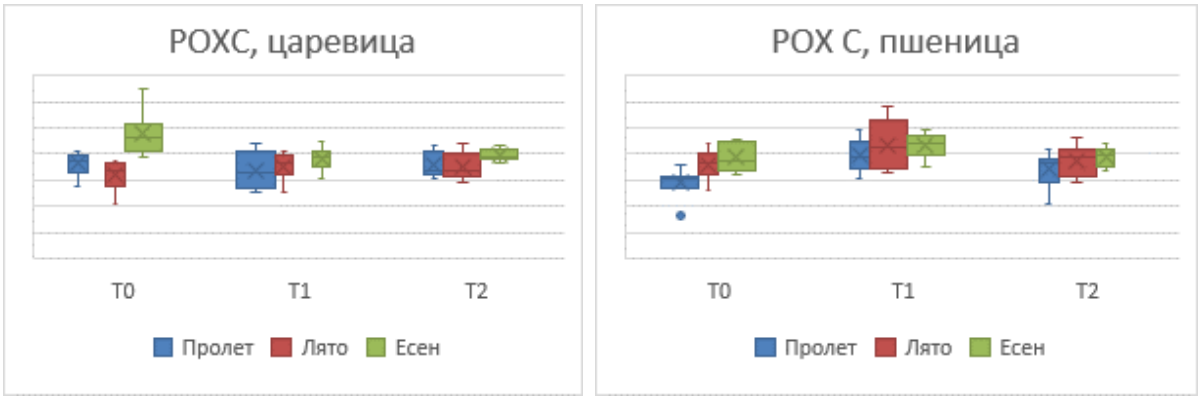
Таблица 2. Микробиален въглерод, Cmic (mg 100 g^{-1}), на обработваемия почвен слой при различни практики за обработка на почвата и отглеждане на култури върху средно ерозиран Карбонатен Чернозем

Варианти	Култура	2021	2022
Т0. По склона, традиционно	Пшеница	24,59ab ±5,7	28,63a ±2,2
	Царевица	22,16a ±3,1	25,16a ±5,8
Т1. Традиционно, напречно на склона	Пшеница	25,86b ±7,1	30,67a ±6,1
	Царевица	23,38ab ±3,3	28,73a ±4,7
Т2. Противоерозионна технология	Пшеница	25,09ab ±2,8	28,73a ±6,3
	Царевица	23,40ab ±1,8	26,36a ±4,6

Лабилният въглерод също беше определян в три фази през вегетационния период, тъй като тази лабилна въглеродна фракция, POXC, се счита за най-чувствителната към промените в управлението на почвата и условията на околната среда в сравнение с ПОВ и Cmic (Culman et al., 2012). Смята се, че това е резервоар от органично вещество, което служи като източник на енергия за почвената микробиота и която активно е подложена на разграждане (Weil, 2003)

В експеримента с пшеница, POXC се повишава при вариант Т1. При Т0, отглеждан по посока склона, конвенционално, тази лабилна фракция е била най-

ниско количество в трите изследвани периода. При посевите на царевица, през пролетта, количеството на този лабилен въглерод е било най-високо при минимални обработки с включване на предкултура. През есента нивото на POXC се е повишило най-много при контролният вариант T0 (фиг. 1).



Фигура 1. Лабилен въглерод (POXC) при различни практики за обработка на почвата и отглеждане на култури върху средно ерозиран Карбонатен Чернозем (mg kg^{-1})

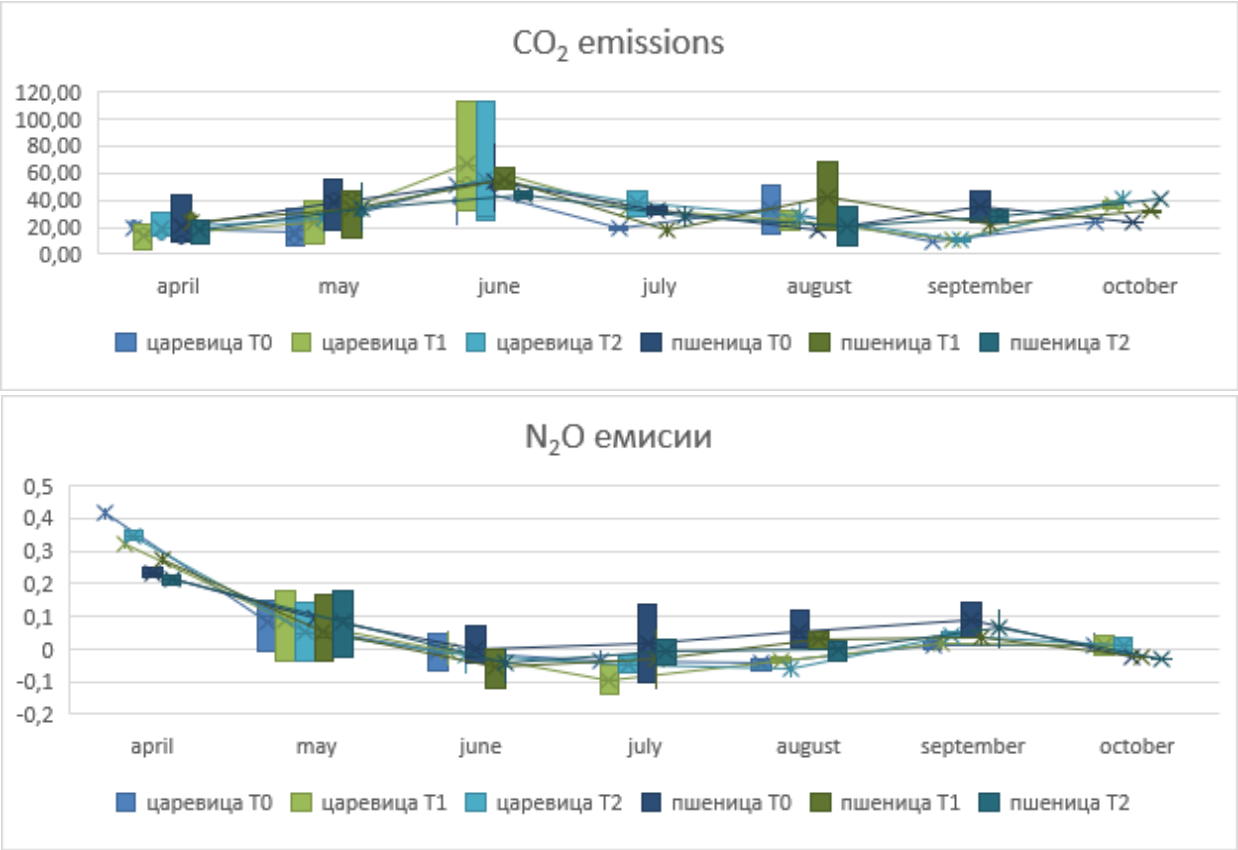
При вариантите с пшеница, амонифициращите бактерии са с най-висока численост при минимална обработка на почвата, но през есента при този вариант е засята предкултура и се отчита по-ниско количество бактерии. При царевицата във всички фази е установено по-голямо количество сапрофитни бактерии във вариант T2. Минималните обработки за отглеждане на пшеница и за отглеждане на царевица водят до по-високи количества актиномицети, като при пшеницата това се отнася за първите две фази, а при царевицата те са най-многобройни при вариант T2 и през трите изследвани периода.

Целулозоразграждащите микроорганизми са увеличен брой при минимални обработки (T2) и при двете култури, което се дължи на по-голямото количество растителни остатъци, както и на включването на предкултура в сеитбооборота. Най-значителни количества микроскопични гъби са отчетени при вариант T1, при царевица. Броят на микроскопичните гъби при T2 е по-значителен през есента. При вариант T1, пшеница, също са отчетени повишен брой микроскопични гъби през пролетта и лятото.

Азотфиксиращите микроорганизми са били в по-високи количества при традиционни обработки, по наклона на склона, вероятно поради по-ниско съдържание на азот, резултат от загуба с повърхностния отток. Същата е тенденцията и за трите изследвани периода при пшеница, докато при опита с царевицата тя е по-силно изразена през пролетта. Промените в числеността на микроорганизмите, усвояващи минерален азот (бактерии на CAA) и при двете култури, повтаря тенденциите на азотфиксиращите миктроорганизми.



Фигура 2. Численост на основните групи микроорганизми на обработваемия почвен слой, при различни системи на обработка на почвата, КОЕ 10^6 g^{-1} абс. суха почва



Фигура 3. Средно месечни почвени емисии на CO_2 (kg ha $^{-1}$day^{-1}) и N_2O (kg ha $^{-1}$day^{-1}) при различни системи за обработка на почвата

Регистрираните емисии на CO_2 от почвата се повишават от април до юни, като са най-високи през месец юни. Спадът на емисиите на CO_2 през юли и август вероятно се дължат на ниска влажност, а през есенните месеци са свързани с по-ниски температури.

Таблица 4. Почвени емисии на CO_2 (kg ha $^{-1}$day^{-1}) и N_2O (kg ha $^{-1}$day^{-1}) при различни системи за обработка на почвата

Варианти	Култура	CO_2, 2021	N_2O 2021	CO_2, 2022	N_2O, 2022
Т0. По склона,	Пшеница	35.44a	0.036a	31.04a	0.089a
традиционно	Царевица	29.51a	0.048a	21.52a	0.058a
Т1. Традиционно,	Пшеница	37.46a	0.009a	27.16a	0.057a
напречно на склона	Царевица	39.00a	0.044a	23.81a	0.035a
Т2. Противоерозионна	Пшеница	31.52a	0.008a	26.86a	0.057a
технология	Царевица	39.76a	0.036a	24.47a	0.036a

Таблица 5. Корелационни коефициенти на CO_2 емисиите (kg ha $^{-1}$day^{-1}) и числеността на почвените микроорганизми КОЕ 10^6g^{-1} абс. суха почва, ПОВ (%), микробиален въглерод - Cmic (mg 100g^{-1}), лабилен въглерод - POXC (mg g^{-1})

Показатели	Пшеница			Царевица		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Амонифициращи бактерии	0,41	0,31	-0,36	0,67	-0,51	-0,75
Актиномицети	-0,62	0,06	-0,56	-0,29	-0,25	0,1
Микроскопични гъби	-0,24	0,61	0,11	0,51	0,4	-0,05
Бактерии на СЗА	0,14	0,32	-0,08	0,2	0,41	0,5
Азотфиксиращи бактерии	0,34	0,53	-0,28	0,84	-0,11	-0,37
Целулозоразграждащи	0,10	-0,87	-0,79	-0,3	-0,32	0,46
POXC	-0,11	-0,13	-0,12	0,6	0,25	-0,3
ПОВ	0,31	0,22	0,40	0	0,34	0,44
N_2O	0,01	0,40	-0,68	-0,59	-0,69	-0,72
Cmic	-0,26	0,90	0,75	-0,97	0,61	0,97

Таблица 6. Корелационни коефициенти на N_2O емисиите (kg ha $^{-1}$day^{-1}) и числеността на почвените микроорганизми КОЕ 10^6g^{-1} абс. суха почва, ПОВ (%), микробиален въглерод - Cmic (mg 100g^{-1}), лабилен въглерод - POXC (mg g^{-1})

Показатели	wheat			maize		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Амонифициращи бактерии	0,50	0,49	0,53	0,21	0,77	0,61
Актиномицети	0,27	-0,57	0,62	0,45	0,36	0,48
Микроскопични гъби	0,14	0,77	0,56	0,34	-0,19	0,07
Бактерии на СЗА	-0,44	-0,2	0,25	-0,28	-0,2	-0,29
Азотфиксиращи бактерии	0,26	0,27	0,73	0,65	0,36	0,21
Целулозоразграждащи	-0,13	-0,12	0,2	0,01	-0,38	-0,38
POXC	-0,60	-0,85	-0,33	-0,16	-0,4	-0,11
ПОВ	-0,89	-0,68	-0,8	-0,3	-0,74	-0,54
CO_2	0,01	0,40	-0,68	0,58	-0,69	-0,72
Cmic	-0,97	-0,47	-0,69	-0,52	-0,75	-0,52

Средните емисии на CO_2 от почвата са били най-ниски (29, kg ha $^{-1}$day^{-1}) при минимални обработки при пшеница, следвани от варианти T0 (33,2 kg ha $^{-1}$day^{-1}) и T1 (32,3 kg ha $^{-1}$day^{-1}). Средните потоци при вариант T0 (царевица) в сравнение с вариантите T1 и T2 са били по-ниски, което се дължи на уплътняването на повърхностния почвен слой в резултат на по-интензивни ерозионни процеси. Емисиите на CO_2 при вариантите с традиционна контурна обработка на пшеницата и царевицата са били по-интензивни в сравнение с контролните варианти. При царевицата емисиите на CO_2 са били най-ниски при T0 контрола, докато най-високи емисии са били при прилагане на предкултура и минимални обработки (T2). Това се дължи на внесеното органично вещество.

Разликите в потоците на N_2O между различните варианти са незначителни, но те са най-ниски като цяло при минималните обработки на почвата, като това е отчетено и при двете култури, през двете години.

Проучването установи по-високи средни количества ПОВ във вариантите с минимални обработки, през втората година. Лабилният въглерод (POXC) и

микробиалният въглерод (Cmic) са въглеродни фракции, които включват различни органични вещества, характеризиращи се с кратки обороти, следователно те се считат за по-чувствителни индикатори за управление на земеделието в сравнение с ПОВ (Nandan, 2019). За разлика от други проучвания, показващи увеличение на лабилните фракции при редуцирани обработки (Shen, X., 2021, Culman, 2012), беше установено увеличение на РОХС във варианта с конвенционални обработки през есенните месеци, приложени при експеримента с царевица (Т0). В останалите периоди най-високи количества РОХ С се наблюдават при прилагане на противоерозионни обработки.

Прилагането на минимални обработки, води до увеличаване на количествата на повечето групи микроорганизми, като амонифициращи бактерии, актиномицети, разграждащи целулозата микроорганизми. Микроскопичните гъбички са били в по-малобройни при вариантите с минимални обработки, което също е докладвано в проучване на Janusauskaite, D. et al., 2013.

В настоящото изследване беше установена положителна корелация на потоците CO_2 с ПОВ, Cmic, във всички варианти, докато корелациите с РОХС са отрицателни. Корелациите на CO_2 (табл. 5) и броя на сапрофитните и азотфиксиращите бактерии също са отрицателни. Установени са положителни корелации за емисиите на N_2O с количествата амонифициращи и азотфиксиращи бактерии във всички варианти. Корелацията между емисиите на N_2O с ПОВ, РОХС, Cmic във всички варианти на експеримента е отрицателна (табл. 6). Корелацията между емисиите на двата парникови газа е отрицателна, при анализ на стойностите им при всички измервания (r=-0,32).

Резултатите от корелационните анализи на емисиите на CO_2 и N_2O с биологичните характеристики на почвата и фракциите на органично вещество, показват, че има влияние върху газовите потоци и на други фактори, като метеорологични показатели и физични свойства на почвата, като обемна плътност, твърдост, влажност и др.

Заключение

Конвенционалните обработки за отглеждане на пшеница и царевица на наклонени терени, прилагани по наклона на склона, водят до по-ниско съдържание на ПОВ, РОХС и Cmic и по-ниски количества на някои групи микроорганизми.

Прилагането на минимални обработки на почвата с включване на предкултура в ротацията, води до по-високо съдържание на ПОВ и лабилни въглеродни фракции, както и до увеличаване на количествата на основните групи микроорганизми в почвата. Емисиите на парникови газове от почвата намаляват при минимално обработваните варианти с изключение на варианта царевица, при който е включена предкултура.

Литература

Anderson T, Domsch K (1978) A physiological method for the quantative measurement of microbial biomass in soil. Soil Biology and Biochemistry, 10, 215-221

C. Liang, W. Amelung, J. Lehmann, M. Kästner Quantitative assessment of microbial necromass contribution to soil organic matter Global Change Biology, 25 (2019), pp. 3578-3590

Culman, S. W., Snapp, S.S., Freeman, M.A., Schipanski, M. (2012), Permanganate Oxidizable Carbon Refl ects a Processed Soil Fraction that is Sensitive to Management Soil Sci. ПОВ. Am. J., 76:494–504 doi:10.2136/sssaj2011.0286.

Culman, S.W., Snapp, S.S., Freeman, M.A., Schipanski, M.E., Beniston, J., Lal, R., Drinkwater, L.E., Franzluebbers, A.J., Glover, J.D., Grandy, A.S., Lee, J., Six, J., Maul, J.E., Mirsky, S.B., Spargo, J.T. and Wander, M.M. (2012), Permanganate

Oxidizable Carbon Reflects a Processed Soil Fraction that is Sensitive to Management. Soil Science ПОBiety of America Journal, 76: 494-504. https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0286

Filcheva E, Tsadilas C (2002) Influence of cliniptilolite and compost on soil properties. Commun. Soil Sci Plan 33 (3-4), 595-607. https://doi.org/10.1081/css-120002766

Grudeva V, Moncheva P, Nedeva S, Gocheva B, Antonova-Nedeva S, Naumova S (2007) Handbook of microbiology. University edition SU “St. Kl. Ohridski”, (Bg)

Haytham M. Salem, Constantino Valero, Miguel Ángel Muñoz, María Gil Rodríguez, Luis L. Silva, (2015), Short-term effects of four tillage practices on soil physical properties, soil water potential, and maize yield, Geoderma, Volumes 237–238, Pages 60-70, ISSN 0016-7061, https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.08.014.

Janusauskaite, D., Kadžienė, G., Auskalniene, O.(2013), The effect of tillage system on soil microbiota in relation to soil structure, VL - 22, Polish Journal of Environmental Studies

Li Z, Tian D, Wang B, Wang J, Wang S, Chen H, et al. (2019) Microbes drive global soil nitrogen mineralization and availability. Glob Change Biol.;25:1078–88.

Li Z, Xiao H, Tang Z, Huang J, Nie X, Huang B, et al. (2015) Microbial responses to erosion-induced soil physico-chemical property changes in the hilly red soil region of southern China. Eur J Soil Biol. ;71:37–44.

Li, J., Shen, F. Y., Liu, Y., Yang, Y. C., Wang, J., Purahong, W., et al. (2022). Contrasting altitudinal patterns and co-occurrence networks of soil bacterial and fungal communities along soil depths in the cold-temperate montane forests of China. *Catena* 209:105844. doi: 10.1016/j.catena.2021.105844

Liang, C., Kästner, M., and Rainer Georg, J. (2020). Microbial necromass on the rise: the growing focus on its role in soil organic matter development. *Soil Biol. Biochem.* 150:108000. doi: 10.1016/j.soilbio.2020.108000

Nandan, R.; Singh, V.; Singh, S.S.; Kumar, V.; Hazra, K.K.; Nath, C.P.; Poonia, S.; Malik, R.K.; Bhattacharyya, R.; McDonald, A (2019). Impact of Conservation Tillage in Rice-Based Cropping Systems on Soil Aggregation, Carbon Pools and Nutrients. *Geoderma* , *340*, 104–114

Qiu, L., Zhang, Q., Zhu, H. *et al.* (2021),Erosion reduces soil microbial diversity, network complexity and multifunctionality. *ISME J* **15**, 2474–2489 https://doi.org/10.1038/s41396-021-00913-1

Shen, X.; Wang, L.; Yang, Q.; Xiu, W.; Li, G.; Zhao, J.; Zhang, G. (2021) Dynamics of Soil Organic Carbon and Labile Carbon Fractions in Soil Aggregates Affected by Different Tillage Managements. *Sustainability* , *13*, 1541. https://doi.org/10.3390/su13031541

Weil, R.R., K.R. Islam, M.A. Stine, J.B. Gruver, and S.E. Samson-Liebig (2003). Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. Am. J. Altern. Agric. 18(1):3–17.

КИЛОМЕТРАЖНИ КАМЪНИ ПО ПЪТЯ КЪМ ОПТИМАЛНО ТОРЕНЕ

Александър Садовски

bsc.ieas@yahoo.com

Километражен камък - важен етап или събитие в развитието на нещо.

MILESTONES ON THE ROAD TO OPTIMAL FERTILIZATION

Alexander Sadovski

bsc.ieas@yahoo.com

Milestone - a significant stage or event in the development of something.

Въведение

Египтяните, римляните, вавилонците и ранните германци са записани като използващи минерален или оборски тор, за да подобрят производителността на своите ферми (Scherer et al., 2009; WikipediaA, 2023). Науката за храненето на растенията започва доста преди работата на немския химик Юстус фон Либих, въпреки че името му се споменава най-често (Brock, 1997). Джон Бенет Лоуз, английски предприемач, започва да експериментира върху ефектите на различни торове върху растенията, растящи в саксии през 1837 г., а година или две по-късно експериментите се разширяват и до култури на полето. Една непосредствена последица е, че през 1842 г. той патентова оборски тор, образуван чрез третиране на фосфати със сярна киселина, и по този начин е първият, който създава индустрията за изкуствен тор. През следващата година той привлича услугите на Джоузеф Хенри Гилбърт; заедно те извършват експерименти с култури в Ротамстедската експериментална станция, Англия (Chisholm, 1911; Glendining et al. 2021).

Milestone 1911

В годишния отчет на Държавната земеделска опитна станция – София пише следното: „Министерство на търговията и земеделието, съзнавайки голямата нужда от всестранно изучаване на почвите в страната откри нова секция при станцията, твърде важна за земеделието ни, почвоведска или агрогеологична, като назначи на 17.09. същата година и лице със съответната подготовка за завеждането ѝ". Това е Никола Пушкаров, който прави предложение до Министъра за разкриване на Секция по почвознание. (Найденов, 1913; Теохаров, 2019).

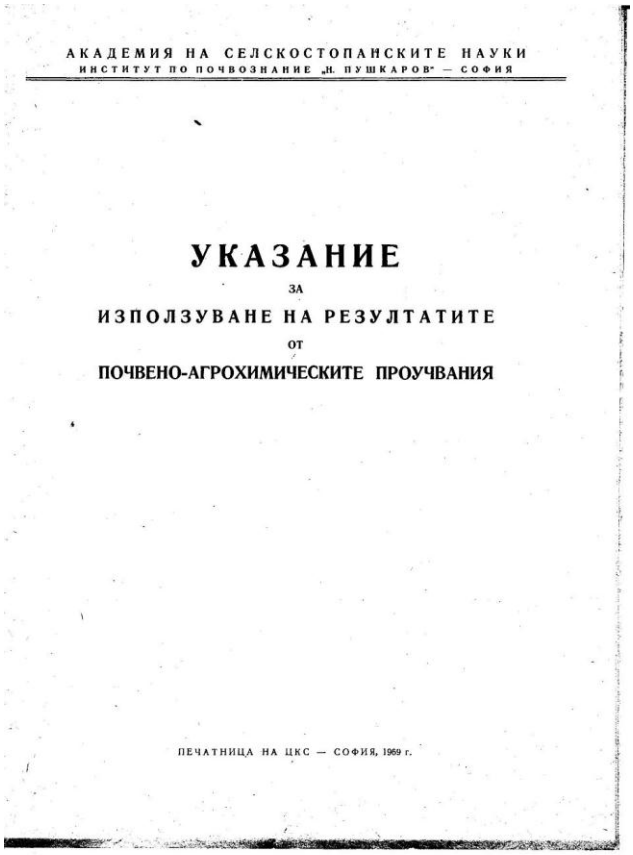


Milestone 1969

Пътят към оптимално торене

През 1969 година е подписан първият международен проект на Института по почвознание „Никола Пушкаров“, финансиран от ФАО, който дава възможност за широк обмен на учени.

За първи път в България се предлагат научно обосновани препоръки по торене с азот, фосфор, калий, варуване и микроелементи бор, молибден и цинк (Беневски и др., 1969).


АКАДЕМИЯ НА СЕЛСКОСТОПАНСКИТЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ „Н. ПУШКАРОВ“ — СОФИЯ

УКАЗАНИЕ
ЗА
ИЗПОЛЗУВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ
ОТ
ПОЧВЕНО-АГРОХИМИЧЕСКИТЕ ПРОУЧВАНИЯ

ПЕЧАТНИЦА НА ЦКС — СОФИЯ, 1969 г.

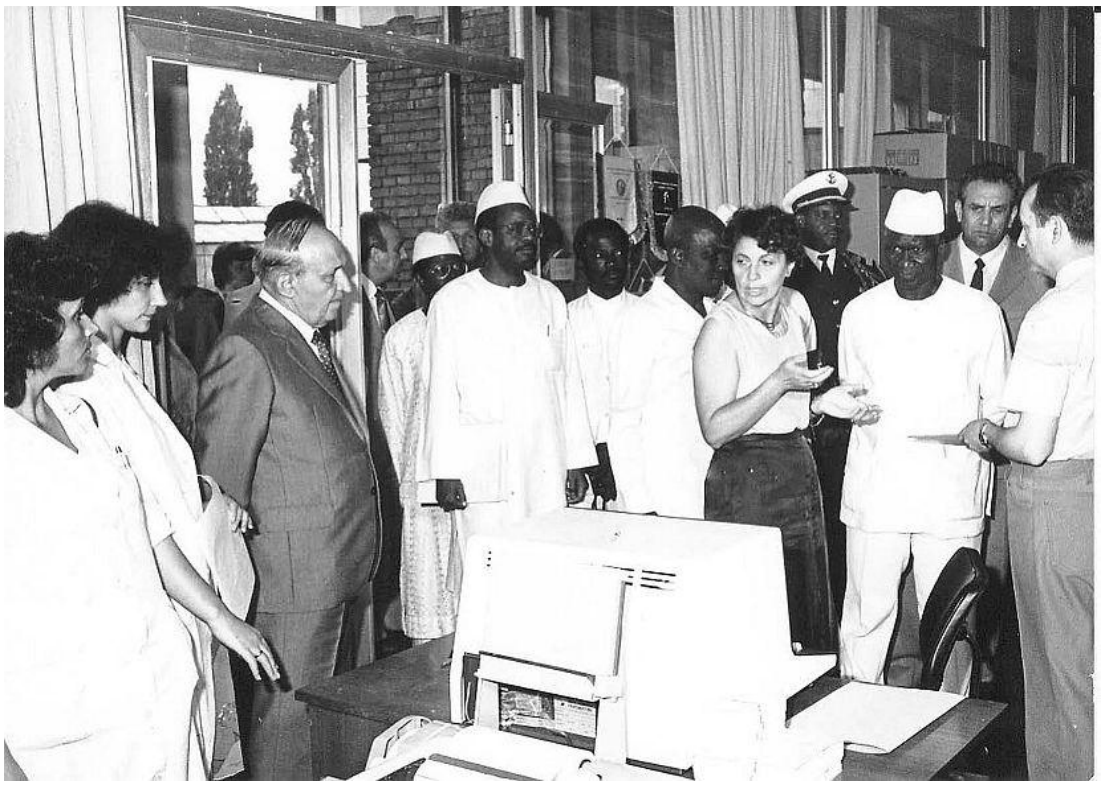
Фигура 1. Указания за торене

Milestone 1972

През 1972 година са построени новите сгради със съвременни лаборатории и изчислителен център. През периода 1970-1990 година Институтът се ползва с международна известност и значимост. Посещаван е от множество чуждестранни правителствени и научни делегации. Обучават се наши и чужди специалисти и докторанти.



Фигура 2. Сградите на Институт „Н. Пушкаров“



Фигура 3. Посещение на Секу Туре от Гвинея в Изчислителния център

В Института по програмата на ФАО се провеждат много научни срещи, симпозиуми и консултации с международно известни учени. На снимката ръководителят на проекта проф. Елгабали и проф. Гърбучев обсъждат създаването на Почвена информационна система с участието на д-р Стейн Бие от Норвегия и проф. Джон Гауър от Ротамстедската експериментална станция, Англия, съвместно с нашите учени.



Фигура 4. Обсъждане създаването на Почвена информационна система

Голямо предимство на Института е обширната мрежа от опитни полета, в които се провеждат планирани полски опити, които осигуряват обективна информация за състоянието на почвите и развитието на културите.

Таблица 1. Опитни полета на Институт „Н. Пушкаров“

	Опитно поле	Област	Община
1	Бежаново	Ловеч	Луковит
2	Божурище	София	Божурище
3	Бъдеще	Стара Загора	Стара Загора
4	Горни Дъбник	Плевен	Долни Дъбник
5	Гълъбово	Стара Загора	Гълъбово
6	Душево	Габрово	Севлиево
7	Ковачица	Монтана	Лом
8	Костинброд	София	Костинброд
9	Крепост	Хасково	Димитровград
10	Николаево	Плевен	Плевен
11	Приморско	Бургас	Приморско
12	Раковски	Разград	Разград
13	Средец	Стара Загора	Опан
14	Суходол	София	Столична
15	Съдиево	Сливен	Нова Загора
16	Сърнево	Стара Загора	Раднево
17	Тополовград	Хасково	Тополовград
18	Тръстеник	Плевен	Долна Митрополия
19	Тръстеник	Русе	Иваново
20	Цалапица	Пловдив	Родопи
21	Челопечене	София	Столична
	ПОЛИГОНИ		
1	Жинзифово	Кърджали	Кърджали
2	Горни Лозен	София	София

През периода 1967 – 1971 г. на редица опитни полета са изведени многофакторни полски опити с пшеница и царевица при торене с азот, фосфор и калий от учените Добрин Илков, Спас Личев, Мирослав Беневски, Йордан Шанин, Милка Милчева и др. Резултатите от тези опити са използвани за създаване на математически модели при определяне оптимални норми за торене (Годишник, 1971).

Milestone 1972

Първият Модел за програмиране на препоръките по торене въз основа на резултатите от почвено-агрохимическите проучвания /I генерация/ с помощта на електронна техника в България е реализиран по Проект на специализирано предприятие "Агрохимически център" към АПК „Дружба“ - гр. Русе. (Беневски и др., 1972; Benevski, Sadovski, Christova, 1973; Беневски и др., 1973). Използвана е

електронно-изчислителната машина ICL 1904 в Териториалния изчислителен център гр. Русе, като програмното осигуряване е разработено от Кръстинка Велчева. Внедряването на препоръките е извършено на територията на АПК „Дружба“ – Русе (Гърбучев, Садовски, 1975; Гърбучев и др., 1975).

Заслужава да се отбележи, че първата програма за препоръки за торене с изчислителна техника в Европа е реаизирана в ГДР през 1971 г. от Х. Анзорге. През 1975 г. в СССР се създава системата АСУ – Агрохим (Иванова и др., 1976).

Milestone 1975

По инициатива на Проф. Иван Гърбучев е възложено на колектив в състав: Инж. Иван Асенов, ст.н.с. Недко Тодоров и технолог-химик Веселина Садовска да проектират и конструират Полуавтоматична линия за масови агрохимически анализи /ПАЛМА/. Същата е въведена в експлоатация с участието на ст.н.с. Аспарух Хаджиянакиев, ст.н.с. Георги Димитров и методическото участие на ст.н.с. Николай Николов. Същата е един от обектите за посещение от чуждестранни делегации и специалисти. Получено е запитване от Фирми на САЩ за закупуване на лиценз, което е отказано от Държавния Комитет за Наука и Технически Прогрес.

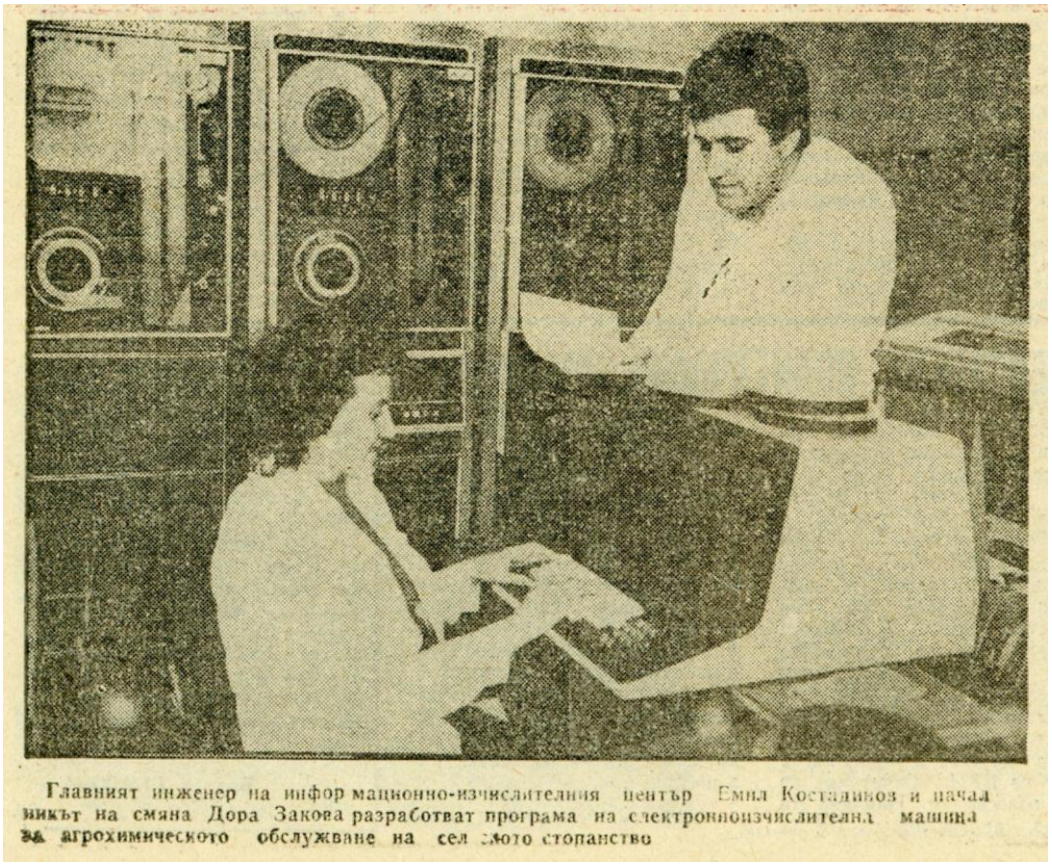
ПАЛМА е съществена и неразделна част от Автоматизираната система за почвено-агрохимическо обслужване на селското стопанство.



Фигура 5. Посещение на полуавтоматичната линия ПАЛМА

Milestone 1976

Доставен е в Института най-мощният миникомпютер НОВА-ЕКЛИПС и е създаден Информационно-изчислителен център.



Главният инженер на информационно-изчислителния център Емил Костадинов и началникът на смяна Дора Закова разработват програма на електронноизчислителна машина за агрохимическото обслужване на селското стопанство

Фигура 6. Миникомпютър НОВА-ЕКЛИПС в ИИЦ



Торенето на българската земя започва оттук. Началникът на смяна Катерина Недялкова (права) и операторките Валентина Иванова и Милка Златарева край ЕИМ в Информационно-изчислителния център на ИППД „Н. Пушкаров".

Фигура 7. Операторите в ИИЦ

Създадено е програмното осигуряване на Автоматизираната система за почвено-агрохимическо обслужване на селското стопанство от колектив в състав: н.с. кссн. Кръстинка Велчева, н.с. Росица Тончева, н.с. Радка Кънчева, н.с. Ангелина Петрова и к.м.н. Александър Садовски.

Milestone 1977

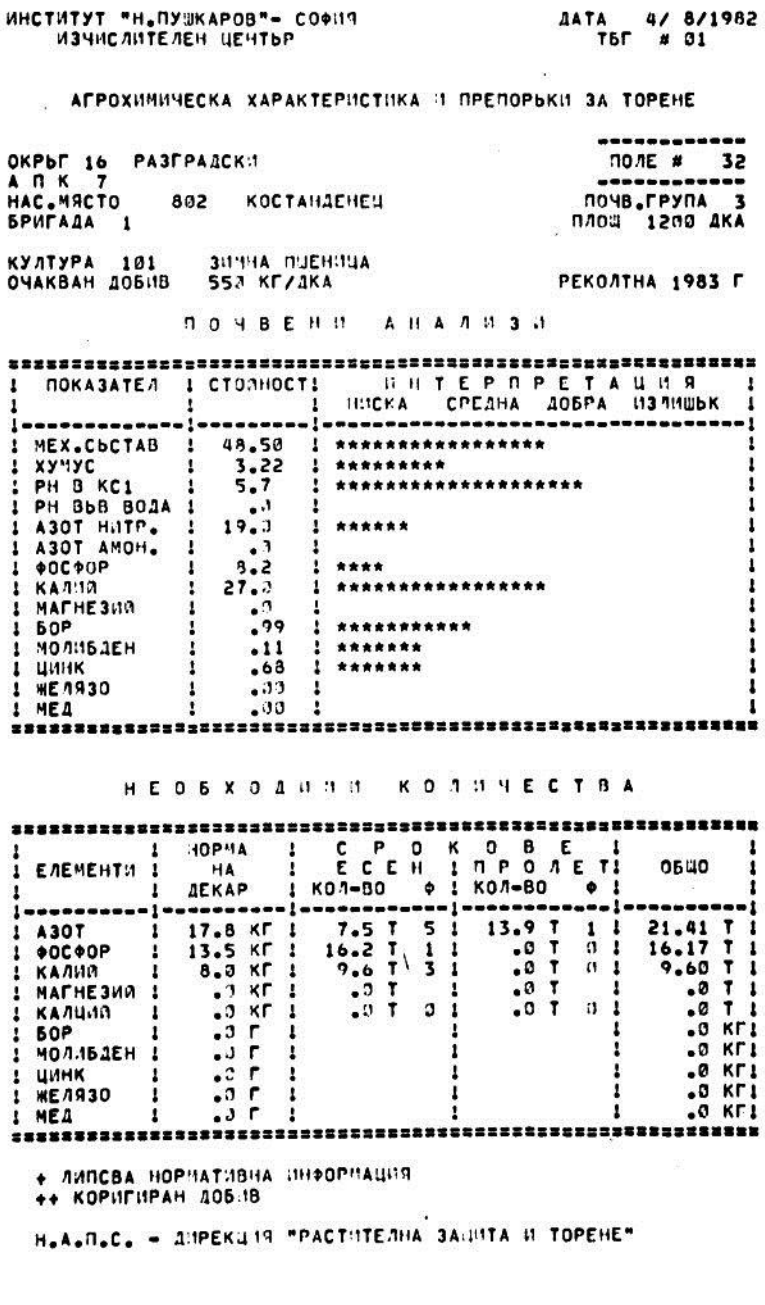
Завършен е Техническия проект на Автоматизираната система за агрохимическо обслужване на селското стопанство /II генерация/.

АВТОРСКИ КОЛЕКТИВ
Ръководител: Доц. кбн. Любен Глогов
(по азбучен ред)
ст.н.с. Александър Садовски
ст.н.с. Аспарух Хаджиянакиев
ст.н.с. Георги Димитров
ст.н.с Димитър Стоянов
проф. Динчо Динчев
ст.н.с. Елена Нейкова
проф. Иван Гърбучев
ст.н.с. Иван Кабакчиев
ст.н.с. Иванка Бъчварова
н.с. Кръстинка Велчева
ст.н.с. Милка Милчева
ст.н.с. Мирослав Беневски
ст.н.с. Михо Йолевски
проф. Тодор Палавеев
доц. Тонко Тотев
ст.н.с. Янка Георгиева

Методите и алгоритмите за определяне на препоръки за торене с макро и микроелементи са публикувани в редица статии (Garbouchev, 1977; Глогов и др., 1977; Гърбучев, Садовски, 1978; Sadovski, 1984; Милчева, 1985a; Милчева, 1985b; Динчев, 1985; Нейкова-Бочева, 1985; Палавеев, 1985; Захариева, 1985; Стоянов, Пенева, 1985; Стоянов, 1985a; Стоянов, 1985b).

С тази система ежегодно се дават препоръки за торене по полета, корекция на нормите за торене, рекапитулации за АПК, по окръзи и за страната.

Представена е формата на агрохимическа характеристика и препоръки за торене като табулограма от ЕИМ.



ИНСТИТУТ "Н.ПУШКАРОВ"- СОФИЯ ДАТА 4/ 8/1982
ИЗЧИСЛИТЕЛЕН ЦЕНТЪР ТБГ # 01

АГРОХИМИЧЕСКА ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРЕПОРЪКИ ЗА ТОРЕНЕ

ОКРЪГ 16 РАЗГРАДСКИ ПОЛЕ # 32
А П К 7
НАС.МЯСТО 802 КОСТАНДЕНЕЦ ПОЧВ.ГРУПА 3
БРИГАДА 1 ПЛОЩ 1200 ДКА

КУЛТУРА 101 ЗИМНА ПШЕНИЦА
ОЧАКВАН ДОБИВ 550 КГ/ДКА РЕКОЛТНА 1983 Г

П О Ч В Е Н И А Н А Л И З И

ПОКАЗАТЕЛ	СТОЙНОСТ	И Н Т Е Р П Р Е Т А Ц И Я			
		НИСКА	СРЕДНА	ДОБРА	ИЗЛИШЪК
МЕХ.СЪСТАВ	48.50	**********			
ХУМУС	3.22	*********			
РН В КС1	5.7	**********			
РН ВЪВ ВОДА	.0				
АЗОТ НИТР.	19.0	******			
АЗОТ АМОН.	.0				
ФОСФОР	8.2	****			
КАЛИЙ	27.2	**********			
МАГНЕЗИЙ	.0				
БОР	.99	**********			
МОЛИБДЕН	.11	*******			
ЦИНК	.68	*******			
ЖЕЛЯЗО	.00				
МЕД	.00				

Н Е О Б Х О Д И М И К О Л И Ч Е С Т В А

ЕЛЕМЕНТИ	НОРМА НА ДЕКАР	С Р О К О В Е				ОБЩО
		ЕСЕН КОЛ-ВО	ф	ПРОЛЕТ КОЛ-ВО	ф	
АЗОТ	17.8 КГ	7.5 Т	5	13.9 Т	1	21.41 Т
ФОСФОР	13.5 КГ	16.2 Т	1	.0 Т	0	16.17 Т
КАЛИЙ	8.0 КГ	9.6 Т	3	.0 Т	0	9.60 Т
МАГНЕЗИЙ	.0 КГ	.0 Т		.0 Т		.0 Т
КАЛЦИЙ	.0 КГ	.0 Т	0	.0 Т	0	.0 Т
БОР	.0 Г					.0 КГ
МОЛИБДЕН	.0 Г					.0 КГ
ЦИНК	.0 Г					.0 КГ
ЖЕЛЯЗО	.0 Г					.0 КГ
МЕД	.0 Г					.0 КГ

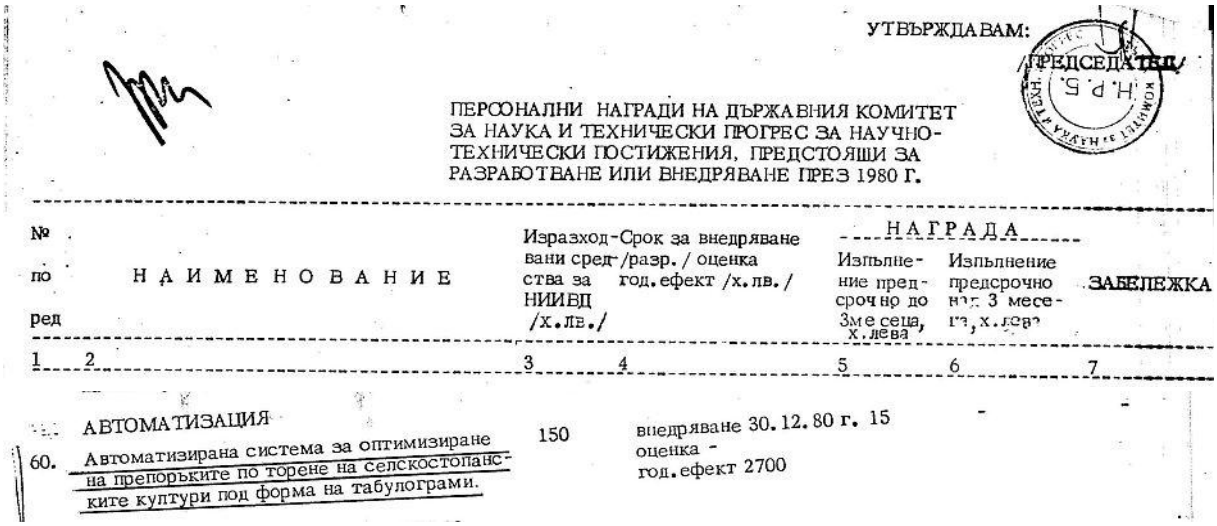
+ ЛИПСВА НОРМАТИВНА ИНФОРМАЦИЯ
++ КОРИГИРАН ДОБИВ

Н.А.П.С. - ДИРЕКЦИЯ "РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА И ТОРЕНЕ"

Фигура 8. Табулограма на препоръки за торене

Milestone 1980

През 1980 г. са дадени препоръки за торене на 71 404 полета, които обхващат 30 210 738 дка. Установено е, че около 4 782 000 дка не се нуждаят от фосфорно торене и тези торове се пренасочват към нуждаещите си от по-високо фосфорно торене площи и култури. Така се реализира ежегодно 3 500 000 лв икономически ефект. За тези постижения Колективът на проекта беше награден от ДКНТП с грамота и парична награда (ИППД Н. Пушкаров, 1980).



УТВЪРЖДАВАМ:
ПРЕДСЕДАТЕЛ/

ПЕРСОНАЛНИ НАГРАДИ НА ДЪРЖАВНИЯ КОМИТЕТ ЗА НАУКА И ТЕХНИЧЕСКИ ПРОГРЕС ЗА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИ ПОСТИЖЕНИЯ, ПРЕДСТОЯЩИ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ ИЛИ ВНЕДРЯВАНЕ ПРЕЗ 1980 Г.

№ по ред	НАИМЕНОВАНИЕ	Изразход-вани сред-ства за НИИВД /х.лв./	Срок за внедряване /разр./ оценка год.ефект /х.лв./	НАГРАДА: Изпълнение предсрочно до 3 месеца, х.лева	НАГРАДА: Изпълнение предсрочно над 3 месеца, х.лева	ЗАБЕЛЕЖКА
1	2	3	4	5	6	7
	АВТОМАТИЗАЦИЯ					
60.	Автоматизирана система за оптимизиране на препоръките по торене на селскостопанските култури под форма на табулограми.	150	внедряване 30.12.80 г. 15 оценка - год.ефект 2700			

Фигура 9. Персонална награда на ДКНТП

Автоматизираната система за агрохимическо обслужване на селското стопанство функционира успешно до 1992 г., когато Управлението за едромащабни почвени проучвания прераства в Почвена Служба към МЗ.

Milestone 1995 –2000

„За мъртвите или нищо, или само истината“

Това е неблагоприятен период за Институт „Никола Пушкаров“. Директорът на Института Проф. Вълю Вълев проявява безстопанственост, в резултат на която възниква пожар на седмия етаж на високата сграда от приятелска компания. По-късно поради липса на поддръжка се срутва сградата на Направлението за почвено-агрохимическо обслужване на селското стопанство. Неспособността му да бъде добър ръководител се отразява негативно върху развитието на института.

Milestone 2001 –

След 2001 г. директорите на Института Проф. Мартин Банов, Проф. Никола Колев, Проф. Методи Теохаров, Проф. Тотка Митова, Проф. Светла Русева и Проф. Ирена Атанасова постепенно възстановяват нормалната работа и стабилизират научната, експерименталната и приложна дейност.

Неправилното отношение на правителствата и Министерството на Земеделието, които подценяват ролята на селскостопанската наука, довежда до драстично намаляване броят на научните работници, специалисти и помощен персонал. Извадени са от състава на Института много опитни полета и редица негови функции са придадени към Министерството на околната среда и водите. Никъде в Закона за почвите не се споменава Институтът по почвознание. Необходимо е по законодателен път на Института да се определи специален статут относно земите и почвите, аналогично на Националния институт по метеорология и хидрология спрямо въздуха и водите.

Milestone 2018

Утвърден е Учредителен акт на Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията “Никола Пушкаров“. Научният институт осъществява

фундаментални научни изследвания, научно-приложни изследвания, иновативна и консултантска дейност в областта на земеделието и храните. С този акт се преобразуват Институтът по почвознание „Никола Пушкаров“ – София, Институтът по мелиорации и механизация - София и Институтът за защита на растенията – Костинброд.

Milestone 2019

Утвърден е проект на тема: „Иновационен метод за оптимално торене на селскостопански култури" по договор № КП-06-ПН 363 от 17.12.2019 г. от Фонд Научни Изследвания с ръководител Доц. Здравка Петкова и екип от общо 12 души.

В резултат на експерименталната, аналитичната и изследователска работа по проекта се постигат значими фундаментални научни резултати, публикувани са множество статии в наши и чужди списания, включително такива с IF/SJR. Представени са доклади с получените резултати на национални и международни научни сесии и конференции (Sadovski, 2020; Лозанова и др., 2021; Petkova et al., 2021; Sadovski, 2021; Атанасова и др., 2022; Petkova, Sadovski, 2022; Sadovski, Atanasova, Petkova, 2022; Sadovski, 2023a; Sadovski, 2023b; Gerassimova et al., 2023; Sadovski, Petkova, 2023).

Milestone 2023

Моделът за изчисляване на препоръките за торове дава количествата на следните хранителни вещества: азот (N), фосфор (P), калий (K), силиций (Si) и микроелементи бор (B), молибден (Mo) и цинк (Zn), необходими за целевия добив на всяко конкретно поле.

Данните от анализите на почвата са включени като коефициенти за характеризиране на способността на почвите да доставят хранителни елементи.

Съществуват два модела за определяне на азотната норма

Вариант 1 (Динчев и Икономова, 1985):

Изчисляване на нормата N по формулата:

RN = U*Y + Nz – Nh

където:

RN = нормата на азота в kg/dka; Y очакван добив; U износ с реколтата; Hz загуби на азот; Nh корекция за хумус и механичен състав.

Пример: Пшеница, отглеждана върху излужен чернозем - ПАХГр. 2
Y = 500 kg/dka; U = 0.0006*500+2.4089 = 2.71; U*Y = 2.71*500/100;
y = -1.84*13.55+62.5 = 37.57%; Nz = 13.55*37.57/100 = 5.10;
Clay = 48.2%; Humus = 2.7%; Nh = 3.726 + 0.0148*48.2 -1.278*2.7 = 0.989;
RN = 13.55 + 5.1 - 0.989 = 17.66
RN = 17.66 kg/dka

Вариант 2 (Garbouchev, 1977; Sadovski, 2020; Sadovski, 2021):

При определяне на азотната норма RN се използва производствена функция, отразяваща връзката между добива Y и почвения еквивалент X0, и способността за доставяне на азот.

Изчисляване на нормата N:
RN = (a0 + a1*ZN + a2*Y).c
ZN - Nitrogen use efficiency = Y / (Nsoil + Nfert), kg kg−1

където:

RN = нормата на азота в kg/dka; Y – очакван добив; ZN - норма на способността за доставяне на N; Nsoil = X0 ; a0, a1, a2 – биологични коефициенти; c – почвен корекционен коефициент.

Пример: Пшеница, отглеждана върху излужен чернозем
Y = 500 kg/dka; Nsoil = 9.2; Nfert = 18; ZN = 15,6;
a0 = 63.76; a1 = -2.954; a2 = -0.0014; c = 0.800.
RN = (63.76-2.954*15.6-0.0014*500)*0.8 = 13.58
RN = 13.58 kg/dka

Теоретичните съображения и резултатите от полски експерименти с торове подкрепят тезата, че оптималните нива на фосфор и калий имат по-голяма агрономична ефективност от годишното торене и имат предимството, че се прилагат за плодородието на почвата и всички култури. Нормите на RP и RK са насочени към изграждане на оптимални нива на хранителни вещества в почвата (Нейкова-Бочева, 1985; Милчева, 1985):

Изчисляване на нормата P2O5:
SP = A.exp(B.Z2)
RP = (SP / T + U).k

където:

SP - сорбционен капацитет (необходимо количество за достигане на оптимална концентрация от 0,2 mg/kg P в 0,01 mol/l CaCl2); Z2 - налично P, установено чрез почвено изследване; A, B - регресионни коефициенти; RP = норма на фосфор в kg/dka; T - време за изграждане на ниво на фосфор; U - количеството P, изнесено от културата; k - коефициент на P стареене.

Пример: Пшеница, отглеждана върху излужен чернозем
SP = 81.6; T = 12 years; Y = 4 800 kg/ha; U = 4.8; k = 1.1086.
RP = (81.6/12 + 4.8) □□ 1.101 = 12.77 kg/dka
Изчисляване на нормата K2O:
RK = U / k1 + (Zj - Zi).k2 / k3.T

където:

RK = норма калий в kg/ha; U - количество K, изнесено от културата; k1 - коефициент на използване на K; k2 - коефициент на изчисление за обемното тегло на орния пласт на хектар в тон; k3 - коефициент на действие на нововнесения K тор; Zj - оптимално ниво на необходимия K; Zi - наличен K, установен чрез почвено изследване; T - време за изграждане на ниво на калий.

Пример: Пшеница, отглеждана върху карбонатен чернозем
T = 12 years; Y = 4 800 kg/ha; U = 13.44; k1 = 0.80; k2 = 3.0; k3 = 0.46;
Zj = 12; Zi = 9.

RK = 13.44 / 0.80 + (12 - 9) □□ 3 / (12 □□ 0.46) = 18.43

Тъй като RK надвишава 16 kg/dka, нормата се намалява с 30%

RK =18.43*0.7 = 12.9 kg/dka

За изчисляването на нормата за силиций RSi се използва производствена функция, отразяваща връзката между добива Y и почвения еквивалент X0, и способността за доставяне на силиций (Sadovski, 2020; Sadovski, 2021).

Изчисляване на нормата Si:

RSi = (a0 + a1*ZSi + a2*Y).c

ZSi - Silicon use efficiency = Y / (SIsoil + SIfert), kg kg−1

където:

RSi = нормата на силиций в kg/dka; Y – очакван добив; ZSi - норма на способността за доставяне на Si; SIsoil = X0 ; a0, a1, a2 – биологични коефициенти; c – почвен корекционен коефициент.

Пример: Пшеница, отглеждана върху излужена смолница

Y = 500 kg/dka; SIsoil = 0.0533; ZSi= 27.11;

a0 = 2.251; a1 = -0.0719; a2 = 0.00277; c = 0.950.

RSi = (2.251-0.0719*27.11+0.00277*500)*0.95 = 1.60 kg/dka

Параметрите, въз основа на които се определя микроторенето са почвени екстрагенти и корекционни коефициенти, които отразяват влиянието факторите на околната среда. Екстрагенти за бор B са: воден горещ извлек по метода на Бергер и Труог; за молибден Mo са: оксалатен извлек по метода на Ринкис; за цинк Zn са: съдържанието на цинк, определено в извлек от ЕДТА. Торенето с микроелементи обхваща почвени различия и култури, отзивчиви на дадения микроелемент (Стоянов, 1985a; Стоянов, 1985b; Стоянов и Пенева, 1985).

Нормата за торене· с бор се определя в зависимост от културата, почвените различия и степента на запасеност на почвата с водноразтворим бор. Тя варира от 25 до 300 г бор на декар. За почвено торене се използуват по-големите норми от 100-300 г бор на декар.

Пример: Слънчоглед върху излужен чернозем

АХГр 2; y = 450 - 250*x

Водноразтворим Бор B 0.8 mg/kg

RB = 450 - 250*0.8 = 250

RB = 250 g/dka

Понастоящем у нас подлежат на молибденово торене, когато се отглеждат на бедни на усвоим молибден почви следните култури: ечемик, царевица, слънчоглед, всички бобови за семепроизводство, грах, еспарзета, детелина, фий, соя, фасул, бакла, люцерна, детелина, естествени ливади и пасища. Торовата норма зависи от вида на културата, от запасеността с усвоим молибден и pH на почвата.

Пример: Люцерна на сива горска почва

АХГр 4; y = 35.62-5.026*pH-29.02*MoS

pH KCl = 4.2; Mo soil = 0.18 mg/kg

RMo = 35.62-5.026*4.2-29.02*0.18 = 9.29 g/dka

Нормата за торене·с цинк се определя в зависимост от културата, почвените различия, степента на запасеност на почвата с цинк, съдържането на усвоим фосфор и величината на добива.

Пример: Царевица на чернозем смолница
Добив от Царевица > 600 kg/dka
АХГр 6; y = 318.8+15.54*P2O5-112.7*ZnS
P2O5 = 18 mg/100 g; Zn = 1.5 mg/kg
RZn = 318.8+15.54*18-112.7*1.5 = 429.5 g/dka

Обобщавайки резултатите от изследванията по проекта, е подадена Заявка за патент на изобретение до Патентното ведомство на Р България:
Наименование: МЕТОД ЗА ОПТИМАЛНО ТОРЕНЕ НА СЕЛСКОСТОПАНСКИ КУЛТУРИ. Наименование на английски език: METHOD FOR OPTIMAL FERTILIZATION OF AGRICULTURAL CROPS.
Заявка с временен номер PTBG202300000239198
Входящ номер: BG/P/2023/113728 Дата на заявяване: 25.06.2023
Автори на изобретението са дванадесетте членове на екипа по проекта.

Литература

Атанасова, И., З. Петкова, А. Садовски. Силиций - елементът на здравето за растенията и човека. Екологично инженерство и опазване на околната среда, No 3-4, 2022, с. 5-15.

Беневски М., М. Йолевски, Г. Димитров, М. Милчева, П. Патариски. Указание за използуване на резултатите от почвено-агрохимическите изследвания. Печатница на ЦКС – София, 1969 г.

Беневски М., А. Садовски, Л. Христова. Проект за специализирано предприятие "Агрохимически център" към АПК гр. Русе. Модел за програмиране на препоръките по торене въз основа на резултатите от почвено-агрохимическите проучвания, т. 1 и т. 2. И-т по почвознание "Н. Пушкаров", ОНС Дирекция за проектиране "НОПТУ", АПК "Дружба" - Русе, 1972.

Беневски М., А. Садовски, Л. Христова. Кибернетичен модел за програмиране на препоръките по торене. Междунар. Селскостоп. списание, № 6, 37-41. София 1973.

Годишник. Обща статистическа оценка на резултатите от полските торови опити, проведени в опитни станции на института, Кн. I и II. Институт по почвознание „Н. Пушкаров”, София 1971.

Глогов Л. и колектив. Автоматизирана система за агрохимическо обслужване на селското стопанство. Технически проект. МЗХП, ИППД "Н. Пушкаров", София 1977.

Гърбучев И., А. Садовски. Основни принципи на автоматизираната система за почвено-агрохимическо обслужване на селското стопанство в НРБ. Селскостоп. наука, т. XIII, № 2, 111-122. София 1974.

Гърбучев И., М. Беневски, А. Садовски, Л. Христова. Автоматизирана система за почвено-агрохимическо обслужване на селското стопанство. Технически проект. ССА, И-т по почвознание и агрохимия "Н. Пушкаров", София 1975.

Гърбучев И., А. Садовски. Прогнозиране на торовите норми въз основа на предишното торене, добивите и почвения анализ. Почвозн. и Агрохим., XIII, № 1, 66-72. София 1978.

Динчев Д., Е. Икономова. Основи на модела за азотно торене. Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 16-30, 1985.

ДКНТП. Протокол и персонални награди за научно-технически постижения през 1980 т. София.

Захариева Т. Торене с желязо. Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 67-73, 1985.

Иванова Т., Х. Анзорге, И. Гырбучев, А. Садовски. Применение математических методов и ЭВМ для разработки рекомендаций по рациональному применению удобрений в странах СЭВ. Докл. III науч.-техн. конфер. Варна, 26-28.5.1975, 248-254. София 1976.

ИППД Н. Пушкаров. Отчет относно Автоматизирана система за оптимизиране на препоръките по торене на селскостопански култури. София, 1980.

Лозанова В., Ц. Симеонова, М. Бенкова, Л. Ненова, И. Герасимова, З. Петкова, А. Кацарова, М. Ненов, И. Атанасова, М. Николова, М. Харизанова, А. Садовски. Резултати от торенето на пшеница с азотен, фосфорен, калиев и силициев тор при полски опит на алувиално- ливадна почва. Н. Сесия "Екология и Агротехнологии – Фундаментална наука и практическа реализация", 21-22 окт. 2021. И-т Пушкаров, София, 102-108.

Милчева М. Основи на модела за калиево торене. Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 43-55, 1985a.

Милчева М. Прогнозиране необходимостта от торене на селскостопанските култури на съвременния етап на химизация и развитие на агрохимията. Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 3 - 10, 1985b.

Нейкова-Бочева Е.. Основи на модела за фосфорно торене. Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 31-42, 1985.

Палавеев Т., Т. Тотев. Лабораторна система за варуване (ЛСВПТ-64). Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 56-66, 1985.

Стоянов Д., Н. Пенева. Торене с цинк. Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 74-81, 1985.

Стоянов Д. Торене с бор. Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 82-88, 1985a.

Стоянов Д. Торене с молибден. Сп. Почвозн. агрох. и раст. защита, год. XX, № 1, 89-95, 1985b.

Теохаров М. 110 години от първия фундаментален труд на Никола Пушкаров за генезиса на почвите и неговото непреходно значение. Н. Сесия "Екология и Агротехнологии – Фундаментална наука и практическа реализация", София, 10-11 Окт. 2019.

Benevski M., A. Sadovski, L. Christova. Modell zur Programmierung von Dungungsempfehlungen. Intern. Zeitschr. d. Landwirtschaft, Nr. 6, 644-649. Berlin 1973.

Brock, William H. Justus von Liebig: the chemical gatekeeper (1st ed.). Cambridge, U.K. 1997. Cambridge University Press. ISBN 9780521562249.

Chisholm, Hugh, ed. "Lawes, Sir John Bennet". Encyclopædia Britannica (11th ed.). 1911. Cambridge University Press.

Garbouchev I.P. Operation of soil and plant testing services in Bulgaria. Soil and Plant testing and analysis. FAO Soils Bulletin 38/1, Paper 5. Rome 1977.

Gerassimova I., A. Katsarova, M. Benkova, L. Nenova, Z. Petkova. Influence of fertilization on uptake of macroelements with sunflower biomass. Journal of Central European Agriculture, 2023, 24(1), p.236-244. DOI: /10.5513/JCEA01/24.1.3788

Glendining M.J., Poulton P., Macdonald A.J. Broadbalk wheat experiment cropping 1843–2021. Electronic Rothamsted Archive, 2021. Rothamsted Research. https://doi. org/10. 23637/rbk1- crop1 843- 2021- 01

Petkova Z., L. Nenova, Ts. Simeonova, M. Benkova, M. Nenov, I. Gerassimova, A. Katsarova, I. Atanassova, M. Harizanova. Effect of different fertilizer rates on some

quantitative parameters of maize in pot experiment with alluvial-meadow soil. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 27 (No 5) 2021, 948–953.
Petkova, Z., A. Sadovski. Studies to optimization of wheat nutrition. Rastenievadni nauki, 2022, 59, (1), 7-12
Sadovski A.N. Soil data and decision making in agriculture. In: Soil data technology, P. Burrough and S. Bie (Eds), 73-78. Pudoc, Wageningen 1984.
Sadovski A.N. Precision agriculture through agroecological approach and mathematical modeling. Ecological Engineering and Environment Protection, No 2, 2020, p. 63-69. doi.org/10.32006/eeep.2020.2.6369.
Sadovski, A.N. Determination and use of the soil equivalent in fertilizer experiments. Rastenievadni nauki, 2021, 58(1) 62-67. Sofia.
Sadovski, A.N. Optimization of maize yield by fuzzy regression. Bulgarian Journal of Crop Science, 2023a, 60(1), 84-89
Sadovski, A.N. Optimization of maize yield by fuzzy regression. II. Bulgarian Journal of Crop Science, 2023b, 60(2), 77-83.
Sadovski A., I. Atanassova, Z. Petkova. Simulation of crops yield grown on leached smolnitsa and alluvial-meadow soil. Ecological Engineering and Environment Protection, No 1, 2022, p. 62-69.
Sadovski A., Z. Petkova. Optimization of wheat nutrition for Regenerative Agriculture. International Conference of the IEES, Chania, Greece, October 1–5, 2023.
Scherer, H.W.; Mengel, K.; Kluge, G.; Severin, K. "Fertilizers, 1. General". Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 2009. Weinheim: Wiley-VCH. doi:10.1002/14356007.a10 323.pub3
WikipediaA. Fertilizer. https://en.wikipedia.org/wiki/Fertilizer. Accessed at 11.10.2023.

ANALYSIS OF SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN FARMS APPLYING SOIL HEALTH PRACTICES IN EU

Dimitre Nikolov[1], Ivan Boevsky[1], Krasimir Kostenarov[1], Ekatherina Tzvetanova[1], Martin Banov[2], Magardich Huliyan[3], Laura Zavattaro[4], Josef Krasa[5], Tomas Dostal[6], Gunther Carl Liebhard[7], Peter Strauss[7], Zsofia Bakacsi[8], Gómez[9]

[1]New Bulgarian University; [2]Agricultural Academy; [3]National Agricultural Advisory Service; [4]Università degli STUdi di Torino, Italy; [6]Czech Technical University, Czech Republic; [7]BOKU Vienna, Austria; [8]Agrartudomanyi Kutatokozpont, Hungary; [9]CSIC, Spain

Abstract

The main aim of the report is to research socio-economic and environmental problems in farms applying soil health practices in the EU-TUdi-project[1]-partner countries (Austria, Bulgaria, Czech Republic, Hungary, Italy, and Spain). Based on the results from the structured survey it was used a Principal Component Analysis (PCA). Based on the results from a structured survey, PCA has been applied to determine several groups of significant variables related to soil health, socioeconomic, and environmental problems. The following four main factors in the socioeconomic characterization of the different agricultural systems (cereal-based rotation, tree and pastures) connected with soil health problems have been identified: *Social environment, Soil health problems, Soil knowledge, and Soil restoration*. Each factor was further analyzed regarding its constituent variables.

Key words: Principal Component Analysis (PCA), soil health, agricultural systems, socio-economic problems.

Introduction

In the European Union's economic landscape, agriculture plays a pivotal role in contributing significantly to both its socio-economic and environmental sustainability. Several studies have acknowledged the importance of sustainable agriculture and soil health practices in addressing contemporary challenges. For instance, Smith et al. (2018) demonstrated the positive effects of cover cropping on soil fertility and carbon sequestration, while Jones and Johnson (2020) explored the economic implications of transitioning to organic farming methods. However, there remains a gap in literature specifically addressing the nuanced socio-economic and environmental issues faced by farms in the EU adopting soil health practices. Soil health practices encompass a range of strategies aimed at promoting soil fertility, structure, and overall quality. These practices include but are not limited to cover cropping, crop rotation, conservation tillage, and organic farming techniques. As farmers adopt these practices in pursuit of sustainable agriculture, it becomes imperative to evaluate their impact on both the social and economic aspects of rural communities and the environmental health of farmlands. The socio-economic ramifications of soil health practices are of particular interest, given their potential to influence livelihoods, employment patterns, and community dynamics. Additionally, the environmental consequences, such as changes in biodiversity, water quality, nutrient runoff and greenhouse gas emissions (Garcia et al., 2021), require careful examination of the soil health practices, while farmers are applying these practices. Understanding these ecological challenges is crucial for devising holistic policies that

[1] The name “TUdi” comes from the abbreviation of the project name under which the research is financed: “Transforming Unsustainable management of soils in key agricultural systems in EU and China. Developing an integrated platform of alternatives to reverse soil degradation”, Horizon 2020 Research and Innovation action under grant agreement No 101000224.

balance the need for agricultural productivity with environmental conservation goals. However, there remains a gap in literature specifically addressing the nuanced socio-economic and environmental issues faced by farms in the EU adopting soil health practices.

Our paper aims to bridge this gap by synthesizing existing research and conducting a comprehensive analysis of the challenges faced by farms in 6 EU-TUdi-project-partner countries (Austria, Bulgaria, Czech Republic, Hungary, Italy, and Spain) that implement soil health practices. Based on the results from the structured survey it was used a Principal Component Analysis (PCA). PCA constructed factors related to soil health problems. Based on the results from a structured survey, PCA has been applied to determine several groups of significant variables related to soil health, socioeconomic, and environmental problems. The following four main factors in the socioeconomic characterization of the different agricultural systems (cereal-based rotation, tree and pastures) connected with soil health problems have been identified: Social environment, Soil health problems, Soil knowledge, and Soil restoration. Each factor was further analyzed regarding its constituent variables. This research is contribute valuable insights to policymakers, researchers, and practitioners working towards a more sustainable and resilient agricultural sector in the European Union.

Materials and methods

Survey and data description

The 6 EU-TUdi-project-partner countries (Austria, Bulgaria, Czech Republic, Hungary, Italy, and Spain) performed analysis using questionnaire constructed in 2022 using different methods such as face-to-face (Bulgaria), online (Hungary), and mixed (other participants) due to the COVID-19 outbreak.

It was applied “judgement sampling” approach divided based on economic size and crop systems according to their country representation. Table 1 gives information about the number of responses to the survey from Europe.

Table 1. Total number of respondents/surveys per country

Country	Number of surveys
Austria	82
Bulgaria	60
Czech Republic	121
Hungary	11
Italy	79
Spain	63
Total	**416**

Source: Authors’ table.

The collected information fed up the principal component analysis and cluster analysis to define socioeconomic and environmental characteristics of each group of farms.

Principal component analysis

The aim of principle component analysis application is to determine several groups of significant variables related to soil health, socio-economic, and environmental problems. The constructed factors will be used as variables to feed up Cluster Analysis. Based on the latter, the sample will be divided into clusters. Principle component analysis is a type of

factor analysis (Pearson 1901). It determines the minimum number of variables that are enough to describe a specific problem. PCA groups the variables into different factors which explain some specific features of the farm typology. These factors will be used to feed a cluster analysis based on which each farm type will be determined. The farm type will contain different ratios of some of the factors. The first step is to determine the number of factors based on several analysis. Then, Varimax orthogonal rotation is applied. The factors are assumed to be independent, and the factor loading is the correlation between the factor and variables (Field 2009).

The sample must meet the following criteria to be able to proceed with PCA:

- the KMO coefficient should be above 0.7;
- Bartlett's sphericity test must have a significance level below the accepted level of significance (0.05);
- the correlation between two variables must be between 0.9 and 0.3. The decision for removing variables that do not meet the defined criteria will be based on the conclusions of all data analyses.

Cluster analysis

Cluster analysis is a group of statistical procedures which aims to discover a structure within a complex set of data. The different elements (in our study the elements are the different farms/respondents) are combined into clusters. The farms within the cluster have some degree of similarity among themselves (homogeneity) according to the different variables in the study. Different clusters are relatively distinct from each other (heterogeneity). The variables are the economic and social indicators for every farm accumulated by a survey. Depending on the problem that is studied the cluster analysis can help to develop a classification and it may become a basis for classifying new observations (Anderberg, 1973).

The initial set of variables have been delivered by a multistage process of literature study, brainstorming trough the experts in the consortium and stakeholders. The cluster analysis logically follows the PCA and thus is using the same set of data that is prepared and standardized for the purposes of PCA. As both methods (PCA and CA) are in fact a form of data reduction methods they can be used together. We use the results of PCA to lower the amount of variables/factors then we apply cluster analysis. The result is that cluster analysis determines the clusters based on few factors with low correlation.

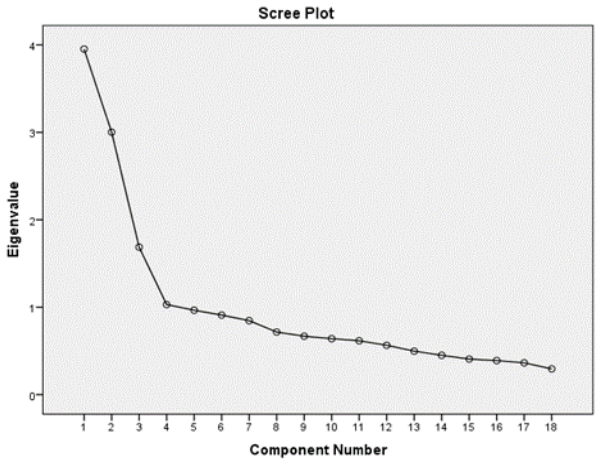
Results and discussion

Principle component analysis

The analysis started using 62 variables based on the answers to questions of survey. Based on the iterative process, 38 variables were removed because of the following reasons: (i) there is no significant correlation with any of the variables; (ii) low extraction coefficient of communalities (explains the common variance); (iii) make a factor its own.

Finally, 18 variables were determined as appropriate to construct four factors. The KMO coefficient is 0.791 which is high enough to continue the analysis. Also, we can accept the hypothesis that there is no significant correlation between at least two variables, based on the Bartlett's sphericity test.

The eigenvalue analysis (Figure 1) and the number of components show that there are four significant and meaningful factors.



Source: TUdi questionnaire.

Figure 1. Analysis of the eigenvalues

The aim of the analysis is to construct an uncorrelated factor related to soil health, socioeconomic, and environmental problems, which will be useful to determine clearly recognizable clusters. In this regard, the applied method of rotation is Varimax. The explained variance is 53.73%, which is an acceptable level in such an analysis. The factor components are determined based on the rotated component matrix (Table 2). The name of the factors is based on the variables that have the higher contribution.

Table 2. Rotated Component Matrix

Variable	Description	Factors			
		1 – Social environment	2-Soil health problems	3 – Soil knowledge	4 – Soil restoration
II11_1	Soil structure (aggregate stability)	-.097	**.617**	-.161	-.053
II11_3	Land /soil waterlogging	.217	**.518**	.006	-.378
II11_5	Surface compaction	.100	**.698**	-.044	.063
II11_6	Subsurface compaction	.013	**.696**	-.045	.002
II11_7	Soil erosion – sheet erosion	-.044	**.729**	-.076	.082
II11_9	Soil erosion – depositional areas	-.079	**.701**	-.147	.037
II20_3	From literature	.095	-.056	**.733**	.020
II20_4	From leaflets	.164	-.111	**.790**	.038
II20_5	From YouTube and other social networks	.052	-.144	**.762**	-.006
II20_7	From ministries	-.050	-.115	**.664**	.201
III30_1	Access to financing for soil restoration practices	.406	.088	.113	**.674**
III30_2	The level of specific training and equipment for soil restoration practices	.409	.059	.158	**.709**
III30_3	The level of unified terminology regarding soil quality	.276	-.029	.046	**.749**
III30_4	The level of society's and consumers' interest and demand for environmentally friendly products	**.723**	-.081	.082	.055
III30_5	The level of farmers' awareness and knowledge level of environmental issues	**.592**	.009	-.010	.266
III30_6	The level of political will to support delivery of environmental goods and services by farmers	**.656**	-.030	.085	.223

Variable	Description	Factors			
		1 – Social environment	2-Soil health problems	3 – Soil knowledge	4 – Soil restoration
III30_8	The level of secure supply chain and certainty of demand for farm products	**.717**	-.038	.031	.103
III30_9	The level of implementation of technology (experience, attitude, access)	**.653**	.119	.085	.154

Source: Authors' table.

As a result of PCA, 4 factors were constructed as follows:

- The **Social environment** is based on the 5 variables which describe the environment around the farm respondent related to the interests and demand of environmentally friendly products as well as technology development, secure supply chain and political support. The first factor contains the following variables:
  - the level of societies and consumers' interest and demand for environmentally friendly products;
  - the level of farmers' awareness and knowledge level of environmental issues;
  - the level of political will to support delivery of environmental goods and services by farmers;
  - the level of secure supply chain and certainty of demand for farm products;
  - and the level of implementation of technology (experience, attitude, access).

- The second factor is called **Soil health problems**. It includes the following identified and related (correlated) soil health problems in the respondents' farms:
  - soil structure (aggregate stability);
  - land /soil waterlogging;
  - surface compaction;
  - subsurface compaction;
  - soil erosion – sheet erosion;
  - soil erosion – depositional areas.

- The third factor is based on the knowledge sources for soil health analysis and its usage in farm management. It is called **Soil knowledge** and includes the following correlated sources:
  - from literature,
  - from leaflets,
  - from YouTube and other social networks;
  - from ministries.

- The fourth factor is **Soil restoration**. It is worth mentioning that the first two variables in this factor also affect the first factor **Social environment**. It is constructed based on the following variables:
  - access to financing for soil restoration practices;
  - the level of specific training and equipment for soil restoration practices;
  - the level of unified terminology regarding soil quality.

Cluster analysis

The four PCA factors were used to perform cluster analysis. Additionally, two more factors are added that are considered important for the study: the economic size of the farm and the farm type. For the purpose of the study, the farms are divided according to

their economic size into 3 groups: small, medium and large. The three farm agricultural systems are: tree crops, grassland, and cereal-based rotation.

One of the most important practical decisions while performing a cluster analysis is the number of clusters. There are different ways to calculate the number of clusters. The agglomerative hierarchical clustering methods solve that problem iteratively (starting from one cluster – that is when all respondents/farms form one cluster and ending with clusters where every respondent/farm is from different cluster). The Euclidean distance and Ward (which analyzes the variance of clusters) method is applied to derive the optimal number of clusters within the iterations in hierarchical clustering.

While determining the number of clusters, several assumptions have been made (since no method for determining the number of clusters can determine them unquestionably). First, a hierarchical cluster analysis constructs a dendrogram. Based on the dendrogram, we visually determine the number of optimal clusters to be 4. It can be visually determined that if a larger number of clusters is allowed, their stability decreases, i.e. a small shift on the graph will cause the number of clusters to change.

At the next step we apply K-means cluster analysis to find best solution for the number of clusters that is derived from hierarchical clustering. One of the main characteristics of K-means cluster analysis is if using a different number of clusters K-means cluster analysis can give different solution. This is the reason why the decision about the numbers of the clusters is so important and the main reason we combine both methods in our study – hierarchical and K-means. It is important for the cluster analysis to achieve stable cluster center solution. By conducting K-means cluster analysis and using four clusters, stable clusters are achieved in 16 iterations.

Third, the final clusters were subjected to difference testing using ANOVA. The result of the test conducted leads to the conclusion that the hypothesis of equality of the clusters is rejected (Table 3). This means that the six factors are different enough in the final cluster solution which leads to the conclusion that we have good final clusters.

Table 3. ANOVA

	Cluster		Error			
	Mean Square	df	Mean Square	Df	F	Sig.
Soil environment	51,235	3	,634	412	80,786	,000
Soil health problems	57,149	3	,591	412	96,675	,000
Soil knowledge	13,012	3	,913	412	14,259	,000
Soil restoration	10,709	3	,929	412	11,524	,000
Economic size	18,547	3	,872	412	21,264	,000
Code of the system	98,068	3	,293	412	334,485	,000

Source: Authors' calculations

Finally, based on the researchers' experience and expertise, and following the logic of the research, a check was performed so that the number of retained clusters is realistic with respect to the field observation in order to be accepted as a meaningful classification.

The last and extremely important step in cluster analysis is to analyze the results when calculations are completed. Final clusters give the opportunity to interpret what the typical characteristics for a particular cluster are. The characteristics are all data gathered by the survey, including economic size, income, expenditures, efficiency, soil quality, crop type and social variables. The interpretation and description of the clusters is done by summary descriptive statistics like the mean and variance. As a result, we will have what

is typical socio-economic characteristic for every cluster, related to soil quality. That information can be used in subsequent analysis.

Final cluster centers interpret what is typical for a particular cluster. For the purposes of the analysis, every cluster is identified by four principal components and two additional factors. The four clusters are relatively large with participants spread evenly in them. The number of cases/respondents in every cluster can be seen in table 4.

Table 4. Number of respondents in each cluster

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	116,000
	2	98,000
	3	121,000
	4	81,000
Valid		416,000
Missing		,000

Source: Authors' calculations

The final cluster centers presented in table 5 give the final solution of the cluster analysis. Interpretation of the numbers in that table is the essence of cluster analysis.

Table 5. Final Cluster Centers

Principal components and additional factors	Cluster 1	2	3	4
Soil environment	-,57879	-,40942	,90168	-,02271
Soil health problems	-,52887	1,01896	,12419	-,66094
Soil knowledge	-,22834	-,30943	,12227	,51872
Soil restoration	,30435	-,17364	,14523	-,44272
Economic size	53766	-,45237	-,05094	-,14657
Code of the system	,66213	-,36842	,65593	-1,48235

Source: Authors' calculations

Interpretation of the results

The first step of the interpretation of the results is to give short names and short description of the clusters. During the description of the clusters, we will use the following scale depending on the value of the final evaluations of the cluster centres: the values from 0 to +/- 0.4 we can define as low/little/slightly (positive /negative); the medium/average/moderate value is from +/-0.4 to +/-0.09; the value above / below +/- 0.9 is high/strongly (positive /negative). The scale has 6 degrees and every degree include relatively the same number of correspondents.

Cluster 1 name is Intensive Large Farms – average amount of the farms in cluster 1 are large, and average amount of crop types are cereal-based rotation. They use the land intensively, which leads to medium soil health problems. They estimate positively the soil restoration practices but the degree is low. These farmers feel medium negative social

environment about their problems. They feel lack of knowledge (low negative). **Cluster 2 name is Grassland Small Farms**. They have soils with high health quality. The level of soil restoration is low negative because they do not need strong soil restoration practices that leads to low negative knowledge about soil restoration problems. Social environment is medium negative for them. **Cluster 3 name is Cereal Diversified Farms**. It consists of farms from all sizes, mainly (in high degree) cereal-based rotation. They have high positive social environment. They estimate soil health problems as low positive. Their knowledge and soil restoration practices are at low positive level. **Cluster 4 name is Tree Small Farms**. Their soil health problems are medium. They have average access to knowledge, but do not apply soil restoration practices (medium negative). Their social environment is neither positive nor negative.

On the second step in interpretation of the results will be made more detail description of the clusters.

Cluster 1. Intensive Large Farms is on average level composed of large farms growing cereal-based rotations. These Farms account 27.9% of farms. The average age of the farmers is 52 years, and young farmers (<40) are 19.0%. Average size of the farms in Cluster 1 measured is 317.5 ha. In terms of economic size, 55% of farms are large, 29% are medium and 16% are small. Taking in consideration the cropping system, 92 % of the farms are cereal-based rotation, 8% are grassland and there are no tree crops represented in Cluster 1. This cluster is mainly represented by males with an 80.2% share of farm managers, while the females take the remaining 19.8%. The analysis of the share of the young farmers according to the farm size shows that the highest share of the young farmers is in the medium farms (24.2%), followed by the large and small farms with 21.9% and 10.5%, respectively. In terms of agriculture type, the major share is taken by the conventional agriculture (88%), followed by biological – 8%, and agro-ecological agriculture – 4%. The largest share has farmers with secondary school - 39%, then are the farmers with university education - 33%, higher secondary education with 15% share, primary school have finished 8% and post-graduate are 5% of the farmers.

Social environment is assessed primarily as medium negative, which means that the level of societies and consumers' interest about Intensive large farms is negative on average degree. The level of farmers' awareness and knowledge level of environmental issues is also low negative. The political support is estimated as negative on medium level and the implementation of the technology is at the same level. The farmers in cluster 1 estimate soil health problems as moderate negative. That means that farmers find the soil structure, land/soil waterlogging, surface compaction, subsurface compaction, and soil erosion as negative for their farms on an average level. The farmers in cluster 1 estimate their soil knowledge as slightly (low level) negative. This means that they have small difficulties to find information from literature, leaflets, internet, and social networks. They also have negative relation with the official authorities related with soil health problems. However, the farmers in this cluster find that the soil restoration practices are a little positive because they have access to financing, specific training, and equipment for soil restoration practices.

Intensive Large Farms have average negative social environment and soil health problems, and small negative knowledge, combined with low positive soil restoration. To improve soil awareness of the society they need to improve the communication policy with different social groups (politics, customers, etc.) and to improve level of implementation of technology. Probably they need some support to learn how to use new technologies related with soil health practices, get some up-to-date information about the applied technologies in the field. Other supportive tool can be some activities (conferences, exhibitions, etc.) the main purpose of which is to exchange experience with other farmers, companies, and producers. These activities can add to their exchange of information because they feel lack in small degree of it. As these farmers are relatively large, they tend

to apply soil restoration practices to a small extent. Lack of information exchange, access to technologies and experience probably prevents them from applying soil-restoring practices to a greater extent, as well as low social support. Increasing the information exchange and involvement of different social groups would contribute to increasing soil restoration. For this cluster, the financial motive is not leading and probably the direct investing of funds would not contribute much to the increase of soil restoration.

Cluster 2. The small farms dominate the economic size in **Grassland Small Farms**. Grassland Small Farms comprised of 23.6 % of the farms. The average age of the farmers is 46 years old with a 28.6% share of the young farmers. Average size of the farms is much smaller – 72.6 ha. In terms of economic size, 2. 63% of farms are small, 20% are medium and 17% are large. The prevailed cropping system is grassland (48%), followed by cereal-based rotation and tree crop with 30% and 21% share, respectively. Female farmers are 22.4% which is a higher share compared to cluster 1, while the males represent 77.6% of the farm managers. The young managers in the small farms in cluster 2 are 35.5%., in medium farms - 36.8% and 11.8% in large farms. The conventional type of agriculture has a significant share in Cluster 2 - 69%. Biological agriculture has 26% of the respondents, while for 4% of them – it is agro-ecological. The largest share has farmers with secondary school - 49%, then are the farmers with higher secondary education - 25%, university education with 18% share. The share of primary school education and post-graduate is relatively insignificant respectively 5% and 3% of the farmers.

They hold mostly grasslands and in lesser degree tree crops and cereal-based rotation. The managers of small farms in cluster 2 estimate the soil environment as moderate negative. Again, that means that they find society and consumer commitment to soil health problems as negative on an average level. Farmers' awareness and knowledge is not sufficient. Political support and technology implementation is medium negative. The managers of Grassland Small Farms manage to control the soil health problems in high degree. The grasslands in cluster 2 do not suffer from bad soil structure, land, and soil waterlogging. Surface and subsurface compaction and soil erosion is strongly controlled. Although the soil health is considered as highly positive, the managers estimate their knowledge about soil health as slightly negative. It is hard for them to find information from literature, leaflets, internet, and social networks. They also suffer negative relation in low degree with the official authorities regarding soil quality. The farmers in cluster 2 find that the soil restoration is medium level negative because they do not have access to financing, specific training, and equipment for soil restoration practices.

Grassland Small Farms estimate the soil health as highly positive, related with average negative social environment and low-level information sources. They also have low negative restoration practices. Farmers in this cluster can be supported in terms of increasing the awareness of different social groups - politicians, customers, suppliers. They have relatively low access to information, in which case measures can be introduced to increase awareness and exchange of experience, technologies, etc. In this way, the depth of understanding of the problem of soil health can be improved, which will lead to increased demand for soil restoration practices and, accordingly, to further increase the soil health of these farmers. Other support can be toward some easy access to financing, training, equipment, and education.

Cluster 3. Cereal Diversified Farms has an approximately even distribution of farms according to their economic size, with small farms slightly exceeding the number of middle and large sized farms. The average age of the farm managers is 49 years. The share of the young amongst them is 19.8%. Average size of the farms in cluster 3 is 214.1 ha. The size is well diversified in that cluster – small farms are 40%, medium farms are 32% and large are 28%. Most farms are cereal-based rotation – 92%, 7 % share of the grasslands and 1% are tree crops. Taking into consideration the gender, males represent

88.4% of farm managers and female – 11.6%. The young managers in the small farms in cluster 3 are 18.8%., in medium farms - 28.2% and 17.6% in large farms. Conventional agriculture represents 74% share, while the biological and agro-ecological have 18% and 8%, respectively. The largest share has farmers with secondary school - 35%, then are the farmers with university education - 28%, higher secondary education with 28% share, primary school have finished 7% and post-graduate are 4% of the farmers. The farms in cluster 3 grow mainly cereal-based rotation. The farms in this cluster have strongly positive soil environment, especially in its social aspects – society, consumers, farmers, and politicians have high positive commitment and awareness about soil health problems. Technology implementation is also at a high level. The farmers estimate as slightly positive the soil health problems and they are slightly positive about the soil structure. They do not suffer lot of water logging and surface and subsurface compaction. Soil erosion is controlled at slightly positive level. The knowledge about soil problems is positive low level. Soil restoration is also slightly positive because they can find financing, get access to specific training and equipment for soil restoration practices.

Cereal Diversified Farms are cereal based rotation farms with different size and have high level of social awareness from different social groups, small positive soil health, and access to information sources and small positive level of soil restoration practices. Although the estimation of soil health is not bad (low positive), the level of soil health can be increased by raising awareness, exchanging information and technology, and promoting soil restoration practices (facilitated access to funding for small farms, training, equipment and raising the level of literature on the question).

Cluster 4. Tree Small Farms is composed of small farms growing mainly tree crops. Tree Small Farms comprised of 19.5% of the respondents in the sample. The average age of the managers of the farms is 47.6 years. The young farmers amongst them are 27.2%. Average size of the farms in cluster 4 is 101.3 ha. The small farms prevail, representing 48% share, followed by the large with 28%, and medium with 24%. In terms of cropping system, most farms are tree crops – 83%, 17 % share are grasslands, and 0% are cereal-based rotation. The gender structure shows that males represent 87.7% of farm managers while females – 12.3%. In cluster 4 the young managers in the small farms are 35.9%., in medium farms – 26.3% and 30.4% in large farms. In terms of agriculture structure, cluster 4 is not significantly different than the other. Farms with conventional agriculture are 70%, with biological – 19%, and with agro-ecological – 19%. The structure of education in cluster 4 is different regarding the other clusters. The largest share has farmers with university education - 38%, then are the farmers with higher secondary education - 24%, secondary school with 22% share, primary school have finished 10% and post-graduate - 6% of the farmers. Soil environment estimation is neutral. These farmers do not find positive or negative interests in the societies and consumers about their problems with the soil health. The level of farmers' awareness and knowledge about environmental issues is neutral too. There are some political supports but not significant. The tree crops in that cluster appears to have soil health problems on an average degree. They have problems with soil structure, waterlogging, soil erosion, etc. Despite soil health problems, the farmers in cluster 4 think that they have average soil knowledge. They can find literature about soil restoration from different sources. They also have medium good relations with local authorities. The farmers in cluster 4 suffer on average degree from possibility to find financing about soil restoration practices. It is medium hard for them to get access to specific training and equipment for soil restoration practices.

The **Tree Small Farms** have neutral social environment, average soil health problems (but largest amongst the four clusters). They have average positive access to information sources and average negative soil restoration practices (again the lowest result in the four clusters). Although they have relatively good access to information sources, this does not seem to have a positive effect on soil condition and the

implementation of soil restoration strategies. Soil health problems are strengthened by the inability to rotate crops. Improving the condition of Tree Small Farms can go through improving communication with different social groups to raise awareness of the society. Additionally, because they are small, they need support to find funding for soil restoration practices, training, equipment and raising the level of literature on the issue.

Conclusion

It was applied a two-step methodology to define the farm typology. First, it was conducted a survey among partner project organizations in six countries. Second, it was constructed specific farm typology on socio-economic characteristics, using statistical methods as PCA and CA. PCA identified the four main factors that are important: **Social environment, Soil health problems, Soil knowledge** and **Soil restoration**. The cluster analysis was fed by these four factors and two characteristics that are important for the study - economic size and cropping system. As a result, four clusters /farm types/ were formed, each of them with different characteristics and problems.

In the first cluster named **Intensive Large Farms** most of the farms are large, cereal-based ration. Because of the intensive land use, they have some soil health problems. They also experience average problems in term of social environment and knowledge. From other point of view, they put efforts in soil restoration, but these efforts can be more significant. Appropriate supporting measures for this cluster could be related with exchange of information, communicating their problems with different part of the society and soil restoring technology training.

The second cluster named **Grassland Small Farms** consists mainly of small grassland farms. They estimate their soil health skills as positive, but they experience problems in other fields like social environment and information sources. They have knowledge gaps in soil restoration practices, which can be targeted some supporting policies. Farmers in this cluster can be supported in terms of increasing the awareness of different social groups – policy makers, customers, suppliers. Increased access to information, exchange of experience and technologies, can contribute to improvement of the soil health status of their farms. Other support measures can be toward to improve access to financing, training, and equipment.

The third cluster named **Cereal Diversified Farms** contains cereal-based rotation farms with different economic size. The farms in this cluster have high level of social awareness, positive soil health status (the soil health is positive but there is space for significant improvement here), positive access to information sources and positive level of soil restoration practices. Although most of all the factors are estimated positively. The level of soil health can be additionally increased by raising awareness, exchanging information and technology, and promoting soil restoration practices (facilitated access to funding for small farms, training, equipment and raising the level of information exchange on this issue).

The last cluster named **Tree Small Farms** has neutral social environment problem estimation, average soil health problems, average negative soil restoration practices, and relatively good access to information sources. The farmers have soil problems because of the specifics of the production. It is relatively harder for them to apply the soil restoration strategies that are accepted in other areas (like cereal-based rotation for example). Improving the condition of Tree Small Farms can go through improving communication with different social groups, support to find funding for soil restoration practices, training, equipment and raising the level of access to information on the issue.

Developing such farm typology, it was finished an essential step in any realistic evaluation of constraints and opportunities that farmers face with soil health problems. In addition, based on defined farm typology the project will develop appropriate technological solutions, policy interventions, and comprehensive environmental assessment.

Acknowledgments

This paper is prepared as part of scientific project TUDI "Transforming Unsustainable management of soils in key agricultural systems in EU and China. Developing an integrated platform of alternatives to reverse soil degradation", Horizon 2020 Research and Innovation action, under grant agreement No 101000224, funded by EU program HORIZONT 2020.

References

Anderberg, M. R. (1973) Cluster Analysis for Applications, Elsevier Inc.

Field A (2009) Discovering Statistics Using Spss For Windows, 3th edn. Sage, London

Garcia, M., et al. (2021). Environmental trade-offs of soil health practices: A review. Environmental Research Letters, 16(1), 014019.

Jones, A., & Johnson, B. (2020). Economic Implications of Transitioning to Organic Farming: A Case Study. Journal of Sustainable Agriculture, 35(3), 123-137.

Pearson, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. Philosophical Magazine, 2, 559–572.

Smith, C., et al. (2018). Cover Cropping and Soil Health: Lessons from a Long-Term Experiment. Agriculture, Ecosystems & Environment, 265, 15-23.

MAPPING OF EXISTING INCENTIVES FOR SOIL HEALTH BUSINESS MODELS IN EU – METHODOLOGICAL APPROACH

Dimitre Nikolov[*], Ivan Boevsky[*], Martin Banov[**], Ekatherina Tzvetanova[*], Krasimir Kostenarov[*]

**New Bulgarian University*
***Agricultural Academy*

Corresponding author Prof. Dimitre Nikolov
dnik_sp@yahoo.com

Abstract

Incentives influence ecosystem services through motivating changes in land use and management. This chain of influence is complex because incentives can cause multiple intended and unintended changes in land use and management, each potentially having co-benefits and trade-offs across multiple ecosystem services. The incentives that can help the business model to become sustainable from the point of view of the soil health have been identified and assessed in the frame of NOVASOIL project[2]. That goal of this research is to exploring the incentives that drive farmers to take action towards improving soil health. These factors (incentives) are then applied to the business model canvas (BMC). By consolidating these incentives into a map, a comprehensive overview is created to understand how they contribute to the current state of the business model and the improvement of soil health. Through this process, we aim to address the question of how soil health business models can effectively contribute to the maintenance of sustainable and competitive agriculture. By reviewing and assessing the key incentives for soil health, we produce a provisional set of critical incentives, mapped onto the BMC.

Key words: Soil health, Incentives for ecosystem services, Farmers, BMC, Mapping.

Introduction

Addressing soil health challenges requires innovative approaches that incentivize and reward sustainable land management practices. In recent years, there has been a growing interest in the development of business models that align economic profitability with soil health improvement (Grundmann et al., 2021). These models encompass a range of strategies, from precision agriculture and regenerative farming practices to carbon sequestration projects that harness the potential of healthy soils to act as carbon sinks (Hinrichs et al., 2019). The sustainable management of soil resources is paramount for global food security and environmental well-being. Soil health, defined as the capacity of soil to function as a living ecosystem, is crucial for supporting agricultural productivity, maintaining biodiversity, and mitigating climate change (Lal, 2014). Despite its fundamental importance, soil degradation remains a pressing issue, with approximately one-third of the world's soils considered degraded (FAO, 2015). The degradation of soil health not only threatens agricultural systems but also has cascading effects on water quality, ecosystem services, and human livelihoods.

The pursuit of sustainable agricultural practices has gained paramount importance in contemporary discourse due to its pivotal role in ensuring global food security and environmental conservation (Godfray et al., 2010; Tilman et al., 2011). Central to this endeavor is the enhancement of soil health, a critical determinant of agricultural

[2] **NOVASOIL** project **"**INNOVATIVE BUSINESS MODELS FOR SOIL HEALTH" HORIZONT 2020, Grant agreement ID: 101091268

productivity and ecological stability (Lal, 2015; Smith et al., 2016). Promoting soil health not only mitigates greenhouse gas emissions and conserves water resources but also fosters resilient agroecosystems capable of withstanding fluctuating climatic conditions (Mäder et al., 2002; Lal, 2018).

In recent years, the integration of business models into soil health enhancement strategies has emerged as a promising avenue for sustainable agriculture (Schipanski et al., 2016; Favoino & Hogg, 2008). These models seek to align economic incentives with soil health practices, thereby motivating stakeholders, from individual farmers to agribusiness enterprises, to adopt and invest in soil-friendly technologies and management practices (Bongiovanni & Lowenberg-DeBoer, 2004; Llewellyn et al., 2017). While the concept of "soil health business models" holds promise, there is a need for a comprehensive understanding of the diverse incentives that drive such models.

This paper aims to provide a methodological mapping approach of incentives associated with soil health business models, thereby offering a valuable resource for policymakers, land managers, and businesses seeking to promote sustainable soil management practices. This chain of influence is complex because incentives can cause multiple intended and unintended changes in land use and management, each potentially having co-benefits and trade-offs across multiple ecosystem services. The incentives that can help the business model to become sustainable from the point of view of the soil health have been identified and assessed. That goal of this research is to exploring the incentives that drive farmers to take action towards improving soil health. These factors (incentives) are then applied to the business model canvas (BMC). By consolidating these incentives into a map, a comprehensive overview is created to understand how they contribute to the current state of the business model and the improvement of soil health. Through this process, we aim to address the question of how soil health business models can effectively contribute to the maintenance of sustainable and competitive agriculture. By reviewing and assessing the key incentives for soil health, we produce a provisional set of critical incentives, mapped onto the BMC. By synthesizing empirical data from diverse agricultural contexts, we endeavor to provide a nuanced framework for designing and implementing effective soil health business models tailored to specific agro ecological regions. By integrating insights from diverse fields, we seek to contribute to a holistic understanding of the dynamic landscape of soil health business models, thereby facilitating the transition towards more sustainable and resilient agricultural.

Materials and methods

Mapping approach

Mapping is an indispensable process and practice with far-reaching applications in diverse fields and industries. Its primary purpose is to facilitate the comprehension and analysis of spatial data, thereby enhancing decision-making, problem-solving, and planning in a variety of contexts. By translating complex information into visual forms, mapping allows for the identification of patterns, trends, and relationships that might otherwise be difficult to discern. Moreover, mapping plays a pivotal role in bridging the gap between abstract data and tangible reality, making it a vital instrument in fields such as geography, urban planning, environmental science, epidemiology, and social sciences (Slocum et al., 2009; Longley et al., 2015; Kraak & Ormeling, 2019; Peterson, 2018; Krygier & Wood, 2016; Pickles, 1995).

However, it is crucial to acknowledge that mapping is not devoid of subjectivity. The choices made by cartographers or analysts in the process of representation, from scale and symbolization to data selection, can significantly impact the utility and accuracy of maps. Therefore, the quality of a map hinges on the expertise, methodology, and data sources applied during its creation.

The mapping approach is applied in different scientific disciplines. In social science research, provides the opportunity for gaining insights into the spatial aspects of social phenomena. According to Cromley & McLafferty (2012), the mapping approach in the social science research involves the use of geographic information systems (GIS) and spatial analysis techniques to visualize and analyze various social phenomena in a geographical context. Researchers use this approach to represent data related to demographics, economic disparities, crime rates, social networks, or any other social variables on maps. By doing so, they can identify spatial patterns, clusters, and trends that provide insights into the spatial dimensions of social processes and relationships. Researchers employ this approach to understand the spatial distribution of various social factors. Through spatial mapping, researchers can uncover patterns, correlations, and disparities that might not be evident through traditional statistical analysis, leading to more informed policy decisions and social interventions (Holt, Lo, & Kemp, 2011). These brief explanations highlight how the mapping approach is utilized in social science research to gain insights into the spatial aspects of social phenomena and provide citations to relevant literature.

For the purpose of the NOVASOIL project, we are using mapping as a systematic process tool and practice of visually representing spatial information, relationships and data. It serves as a critical tool for effectively communicating the layout, distribution, or attributes of objects, areas, or phenomena within a defined geographic or conceptual context.

Incentives

Incentives, in general, represent a complex and multifaceted concept with different understandings depending on the context and application. Incentives are often defined as any factor that motivates or encourages an individual or group to take a particular action (Ariely, 2016). According to this definition, incentives can take different forms, including monetary rewards, recognition, penalties, and social status. Another definition of incentives emphasizes the role of rewards in shaping behaviour (Deci, Koestner, & Ryan, 1999). In this view, incentives are defined as external rewards or reinforcements that can influence behaviour but do not necessarily change one's underlying motivation or beliefs. Incentives are often defined as rewards or punishments that influence behavior or motivate individuals to take certain actions (Gneezy & Rustichini, 2000). According to this definition, incentives can take many forms, including monetary rewards, penalties, recognition, or social status. Fehr & Gächter (2000) highlight that incentives can be shaped by social norms and values, which can determine what is considered desirable or acceptable behaviour. This view focuses on the role of social norms and values in shaping incentives.

Therefore, they are widely used instruments in various contexts, including economic, social, and environmental spheres, to motivate and encourage desired behaviours. In economic contexts, incentives are often used to align individual and collective interests and achieve efficient outcomes (Mankiw, 2014). In social contexts, incentives are used to motivate and encourage positive behavior, such as charitable giving or volunteering (Gneezy & List, 2016). In environmental contexts, incentives can be used to encourage sustainable practices and conservation efforts (Pagiola, 2008). Often, incentives are seen as a key tool used by governments and organizations to encourage certain behaviours or actions. They can take many forms and can be used to align individual and collective interests, shape preferences and beliefs, and ensure the fair distribution of benefits and costs.

For the purpose of the NOVASOIL project, we define ***incentives*** *as stimuli or rewards offered to people in order to motivate them to perform certain desired actions or behaviours. Incentives can be positive (rewards) or negative (punishments)*.

Mapping of Incentives

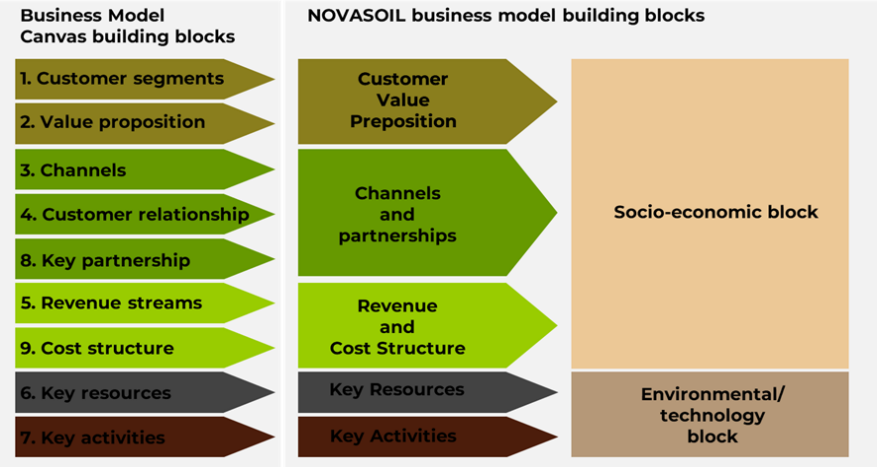
Mapping incentives is a visual exercise and analysis tool that can be used to further determine which incentives are most useful according to the set criteria. Mapping allows to see where the incentives stand when evaluated by the same key criteria and compared to each other. It helps visualize the complex interplay of issues and relationships. The incentives can change over time. That is why it is reasonable to fix a period for the analysis. The period for mapping of the incentives is 2014-2022. The incentives mapping aims to categorize incentives that have been implemented within the agricultural and forestry sector to promote soil health business models, encompassing social, economic, and environmental aspects.

Soil health business models

For the purpose of the NOVASOIL project, we are defining the **soil health** as the ability of soil to sustain and improve the biological, chemical, and physical properties that support plant growth and other ecosystem functions as well as the **business model** as a framework that outlines how a company operates, creates, delivers, and captures value.

The goal of these soil health business models is to foster sustainable and competitive agriculture. A structured approach was developed to spatially map existing incentives and their delivery of various ecosystem services through different business models in NOVASOIL case studies. These issues raise questions regarding the social and environmental viability of soil health business models that produce safe food, as well as how existing incentives can be combined with soil restoration technologies. However, many of these investments fail to adequately address the three pillars of sustainable development: economic growth, environmental stewardship, and social inclusion.

To describe the business models, the Business Model Canvas was adopted. For analysis purposes, the nine principal canvas building blocks were merged into five blocks, aiming to enhance clarity in the mapping process. The five blocks are named as follows: Customer Value Proposition, Channels and Partnerships, Revenue and Cost Structure, Key Resources, and Key Activities. Figure 1 illustrates the transition between the Business Model Canvas building blocks and the NOVASOIL building blocks. Through this transformation, the content of the NOVASOIL business model building blocks remains unchanged, while the number of blocks is reduced to facilitate a clearer analysis. During the assessment process, the influence of incentives on sustainability and competitiveness is measured by evaluating the NOVASOIL building blocks. In the context of the business model, sustainability is interpreted through the socioeconomic blocks and the environmental/technical blocks from the NOVASOIL business model building blocks. Competitiveness is measured by the Revenue and Cost Structure block of the NOVASOIL business model building blocks.

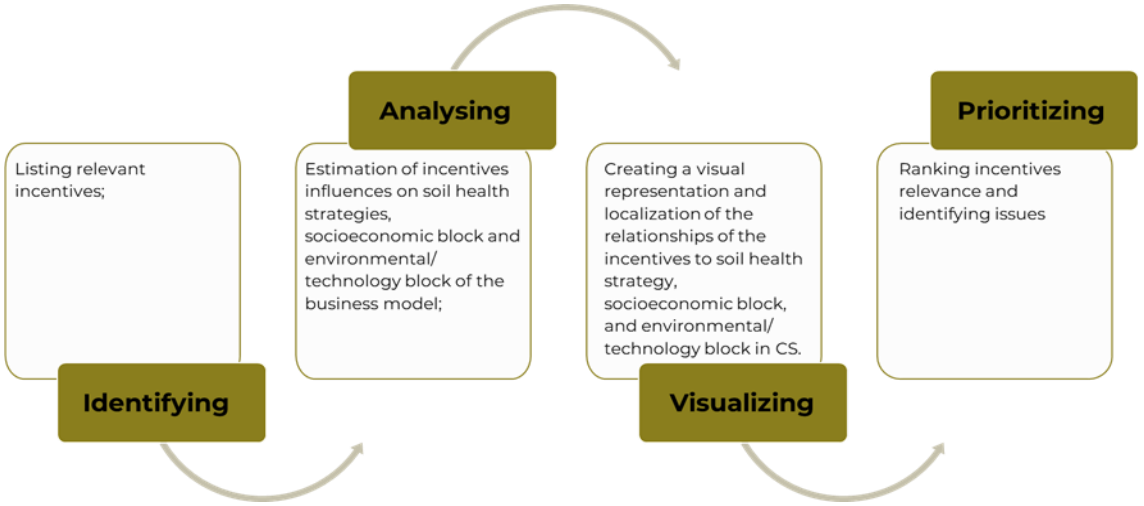


Source: Authors' figure.

Figure 1. Business Model Canvas to NOVASOIL building blocks transition

The simplified version of the Business Model Canvas is utilized for estimating the business model (Figure 1). For the mapping purposes, the NOVASOIL business model building blocks can be further grouped into two main categories. The first category is the socioeconomic block, which comprises the customer value proposition, channels and partnerships, and revenue and cost structure. The second category is the environmental/technology block, which encompasses key resources and key activities. These two groups, along with soil health, serve as the key elements in the mapping process.

The mapping process is divided into four phases (Figure 2):



Source: Authors' figure.

Figure 2. Four phases of the mapping process

• Identifying

Mapping incentives is both a visual exercise and an analysis tool that helps determine the most useful incentives based on established criteria. Through mapping, it becomes possible to assess the position of incentives in relation to one another and evaluate them according to the same key criteria. This process aids in visualizing the intricate interconnections between issues and relationships. In this phase, the incentives related to each business model (BM) in various NOVASOIL case studies were identified.

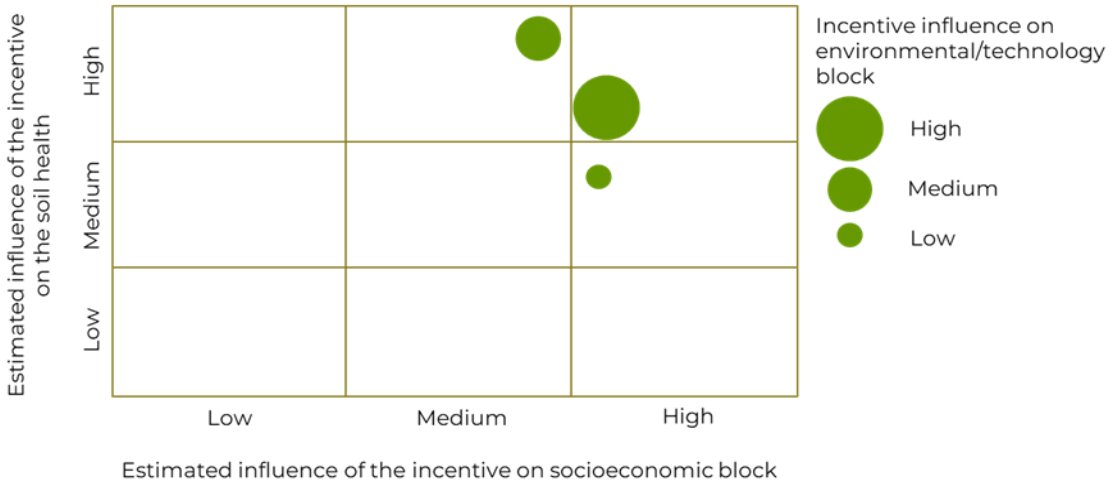
• Analyzing

For the analysis, incentives will be mapped based on their application to soil health and business models. The research focuses on three main aspects: soil health, the socioeconomic block, and the technology block. In the project case studies, incentives will be identified and their impact on the soil health strategy, the socioeconomic block, and the environmental/technology block will be assessed. The assessment will be conducted using a three-level scale (low, medium, and high).

• Visualizing

To visualize the estimated incentives, a coordinate system in the form of a circle (Figure 3) will be used. The y-axis represents the influence of an incentive on the soil health strategy, while the x-axis represents the influence on the socioeconomic block of the business model.

The y-axis is directly assessed by experts. The x-axis influence is calculated as the average of its three components: customer value proposition, channels and partnerships, and revenue and cost structure. The size of the circle indicates the influence of the incentive on the environmental/technology block, calculated as the average of key resources and key activities.

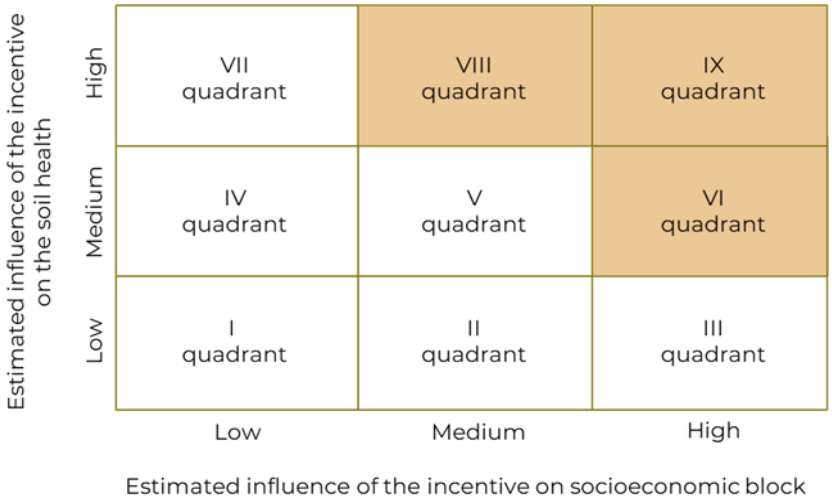


Source: Authors' figure.

Figure 3. Visualization of the mapping incentives

- **Prioritizing**

The incentives will be rated based on these criteria, resulting in the formation of 9 quadrants (Figure 4). Table 1 provides a description of the characteristics of each quadrant. In the graphic, additional information is conveyed through the size of the balloons. The largest size indicates a strong influence of the incentive on the environmental/technology block, while medium and small size bubbles indicate medium and low influence, respectively. The bottom left quadrants represent the lowest influence of the incentives, while the top right quadrants (VI, VIII, and IX) indicate the highest influence.



Source: Authors' figure.

Figure 4. Quadrants distribution of the mapping incentives

Table 1. Characterization of the quadrants

Quadrants	Characteristics of the quadrant
Quadrant 1	The incentive has low influence on soil health strategies and low influence on socioeconomic block of the business model
Quadrant 2	The incentive has low influence on soil health strategies and medium influence on socioeconomic block of the business model
Quadrant 3	The incentive has low influence on soil health strategies and high impact on socioeconomic block of the business model
Quadrant 4	The incentive has medium influence on soil health strategies and low influence on socioeconomic block of the business model
Quadrant 5	The incentive has medium influence on soil health strategies and medium influence on socioeconomic block of the business model
Quadrant 6	The incentive has high influence on soil health strategies and medium influence on socioeconomic block of the business model
Quadrant 7	The incentive has high influence on soil health strategies and low influence on socioeconomic block of the business model
Quadrant 8	The incentive has high influence on soil health strategies and medium influence on socioeconomic block of the business model
Quadrant 9	The incentive has high influence on soil health strategies and high influence on socioeconomic block of the business model

Source: Authors' table.

Data collection

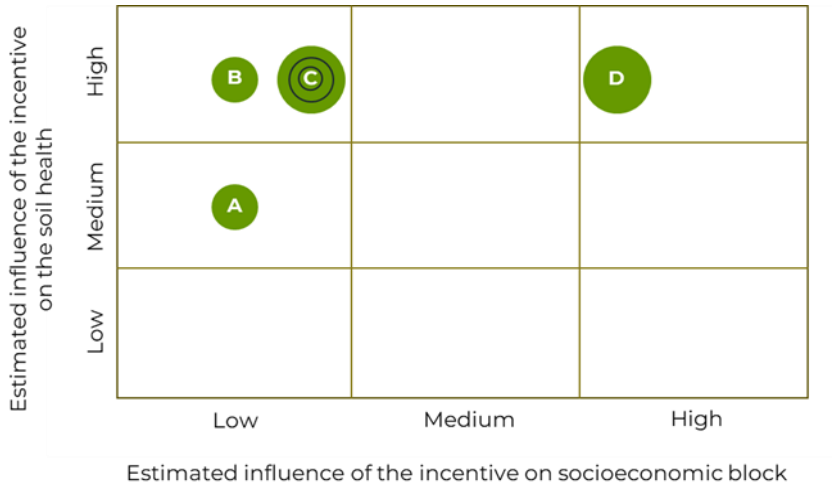
For the mapping of the incentives was collected information for 10 farms in 7 countries in EU (2 in Spain, 1 in Bulgaria, 2 in Italy, 1 in Latvia, 1 in Switzerland/ Germany/ Austria, 1 in Germany, 1 in Estonia, and 1 in United Kingdom). It was made evaluation what is the influence of a specific incentive to the five Canvas building blocks and to the soil health. In addition, it was collected information which sustainable development goals and CAP objectives this incentive affect. It was collected a total of 61 incentives.

Results and discussion

In the NOVASOIL project were four types of business models defined in these 10 case studies (farms) — *Value chain, Collective and value chain, Agricultural production, and Agricultural production/value chain*. They were named NOVASOIL Business Models Types (BMT).

- *Business Models - Value chain*

Business models under the value chain typology consist of different models where the producer or product is seen and managed as part of a larger system. It is a multistage process that allows for the application of various business models. Value chains can help increase efficiency in product creation or provide a competitive advantage by delivering unique products at the lowest possible price. Figure 5 provides a summary of the incentives that fall under the value chain type of business models, while Table 2 offers complete descriptions and ratings of these incentives.



Source: Authors' figure.

Figure 5. Mapping incentives for Business Models - Value chain

Six incentives have been identified in the value chain business model. Three of them, namely B, C, and D, show a high degree of influence on soil health strategies. The remaining incentive, A, has a medium influence. One incentive, D, has a high influence on the socioeconomic block of the business model, while incentives A, B, and C have low influence in this block. The influence over the technology block of the business model varies. Two groups of incentives have a high influence, namely C and D, while the influence is estimated as low for incentives A and B. Therefore, the main prioritized incentive for this business model is D, as it has a significant positive influence.

Table 2. Classification of the incentive by quadrant for Business Models - Value chain

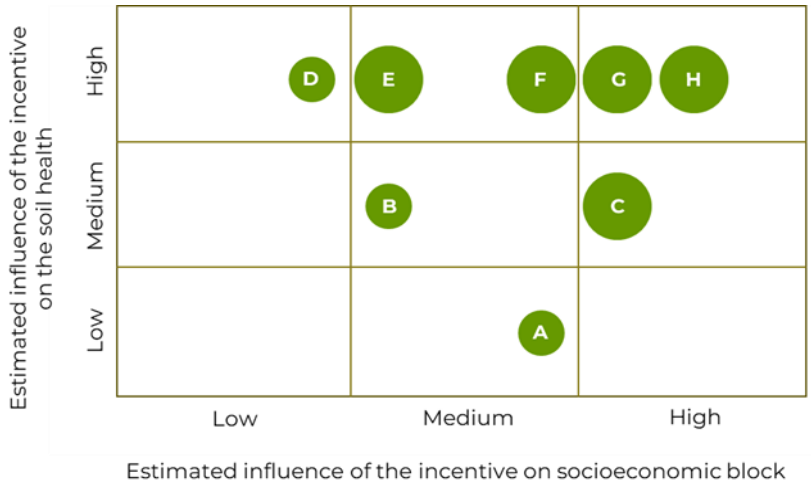
	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
A	Eco-scheme (Direct payments for Ecosystem services)	LV_ESH_DPAY_TILLAGE	Low (1.0)	Medium (2.0)	Medium (2.0)	VII
B	Direct payments for conversion of arable agricultural land into permanent grass areas	BG_CSOILER_PERMPLANT	Low (1.0)	High (3.0)	Medium (2.0)	VII
C1	Direct payment for soil cover in permanent crops	ES_ECOSCH_PD31	Low (1.3)	High (3.0)	Low (1.0)	VII

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
C2	Direct payments for conversion of arable agricultural land into permanent grass areas	BG_CSOILER_PERMPLANT	Low (1.3)	High (3.0)	High (2.5)	VII
C3	Agroforestry transition to forestry	LV_AGRF_FORESTRY	Low (1.3)	High (3.0)	Medium (2.0)	VII
D	Direct payments for adoption of alternative land management practices	UK_LENS	High (3.0)	High (2.7)	High (3.0)	IX

Source: Authors' table.

- *Business Models - Collective and value chain*

Collective and value chain business model adds a collective action in the business model. It can be in the form of regulation, certification, or other similar measures. The outcome of applying the model has an impact on society, resources, and technology. Figure 6 provides a summary of the incentives associated with Collective and Value Chain business models. Table 3 presents detailed descriptions and ratings of these incentives.



Source: Authors' figure.

Figure 6. Mapping incentives for Business Models - Collective and value chain

Ten incentives are identified in the BM Collective and value chain. Five of them - D, E, F, G, and H - show a high degree of influence on soil health strategies. The remaining three incentives - B, C, and D - have a medium influence, while A has a low influence. Among these incentives, G and H have a high influence on the socioeconomic block of the business model. Four incentives - A, B, F, and G - have a medium influence, and one - D - has a low influence on the socioeconomic block. The influence over the technology block of the business model is mixed. Three incentives - A, B, and D - have a medium influence, while the influence is estimated as high for the rest of the incentives - C, E, F, G, and H. Therefore, incentives C, E, F, F, G, and H can be prioritized as the main incentives, as they have a significantly positive and important influence.

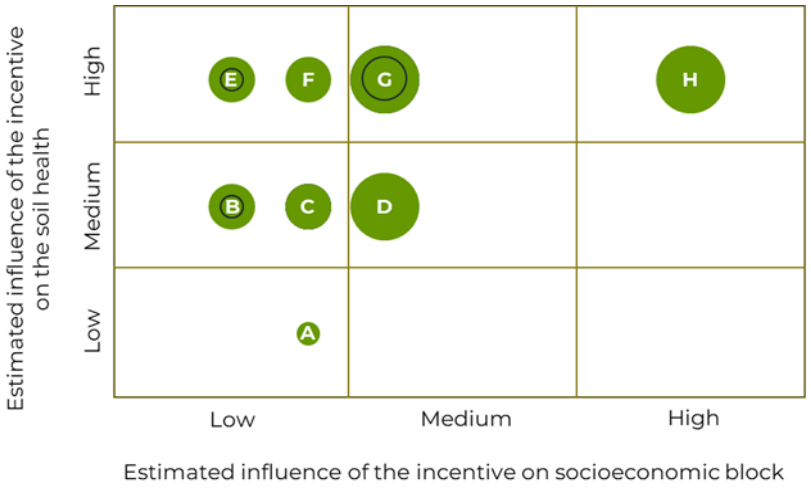
Table 3. Mapping incentives for Business Models - Collective and value chain

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
A	PSR measure 3 (quality systems)	IT_QUALSCHEME_AGRIPROD	Medium (2.3)	Low (1.0)	Medium (2.0)	II
B	Greening - IT3c.	IT_GREENING	Medium (1.7)	Medium (2.0)	Medium (2.0)	V
C	GLOBALGAP	IT_GLOBAL_GAP_IFA	High (2.7)	Medium (2.0)	High (3.0)	VI
D	PSR measure 10 (agro-environemental payments)	IT_AGRI_ENV_CLIM_PAYMENT	Low (1.3)	High (3.0)	Medium (2.0)	VII
E	PSR measure 12 (Natura2000)	IT_NAT2_WATER_PAY	Medium (1.7)	High (3.0)	High (3.0)	VIII
F1	SQNPI	IT_SQNPI_LABLE	Medium (2.3)	High (3.0)	High (2.5)	VIII
F2	PSR measure 10 - IT2	IT_AGRI_ENV_CLIM_PAYMENT	Medium (2.3)	High (3.0)	High (2.5)	VIII
G1	PSR measure 11 (organic)	IT-ORG_FARMING	High (2.7)	High (3.0)	High (3.0)	IX
G2	PIF - IT2	IT_INTEGR_SUPPLY_CHAIN	High (2.7)	High (3.0)	High (3.0)	IX
H	PSR measure 11 - IT3c	IT-ORG_FARMING	High (3.0)	High (3.0)	High (3.0)	IX

Source: Own calculations

- *Business Models - Agricultural production*

The agricultural production business model emphasizes farm-level measures to foster soil fertility. Within this model, various instruments can be employed, such as conservation agriculture techniques (e.g., reduced or no tillage, cover crops), crowdfunding for conservation projects, crop production technologies and machinery, and the use of measurement and digital tools that aid in improving soil health. Figure 7 provides a summary of the incentives associated with the agricultural production business model. For detailed descriptions and ratings of the incentives, please refer to Table 4.



Source: Authors' figure.

Figure 7. Mapping incentives for Business Models - Agricultural production

Twenty-four incentives are identified in the BM Agricultural production. Four of them - E, F, G, and H - show a high degree of influence on soil health strategies. The remaining three incentives - B, C, and D - have a medium influence, while A has a low influence. In terms of the socioeconomic block of the business model, incentive H has a high influence. Five incentives - A, B, C, E, and F - have a low influence, while D and G have a medium influence. The influence over the technology block of the business model is mixed. Four incentives - B, C, E, and F - have a medium influence, and the influence is estimated as high for incentives D, G, and H. Incentive A is estimated to have a low influence. Therefore, incentives G and H can be prioritized as the main incentives, as they have a significantly positive and important influence.

Table 4. Mapping incentives for Business Models - Agricultural production

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
A	VNP-H30 (result-based grassland use)	DE_VPN_H30	Low (1.3)	Low (1.0)	Low (1.0)	I
B1	KULAP-B32/33/34 (watercourse and erosion control strips)	DE_KULAP_B32	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
B2	KULAP-B19-23 (extensive grassland use for ruminants)	DE_KULAP_B19	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV
B3	VNP-H11 (extensive cropland management for field breeders and field wild herbs)	DE_VNP_H11	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV
B4	VNP-H12-14 (fallows on arable land with self-vegetation for species protection reasons)	DE_VPN_H12	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.5)	IV
B5	Federal programme for boosting energy efficiency and CO2 savings in agriculture and horticulture (Bundesprogramm zur Steigerung der Energieeffizienz und CO2-Einsparung in Landwirtschaft und Gartenbau)	DE_CO2_LAND	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
B6	PAULa (cultivation break)	DE_PAULA_CULT_BREAK	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV
C1	KULAP-B37 (mulch sowing for row crops)	DE_KULAP_B37	Low (1.3)	Medium (2.0)	Low (1.5)	IV
C2	KULAP-B38 (stripe-/Direkt sowing for row crops)	DE_KULAP_B38	Low (1.3)	Medium (2.0)	Low (1.5)	IV
C3	FAKT 1-D1 (no chemical-synthetic pesticides and fertilizer)	DE_FAKT1_D1	Low (1.3)	Medium (2.0)	Medium (2.0)	IV
D1	KULAP-B43/44/45 (diverse crop rotation with flowering species, protein plants or large grain legumes)	DE_KULAP_B43	Medium (1.7)	Medium (2.0)	Low (1.5)	V
D2	Single Area Payment Scheme + green direct payment.	EE_SINGLEA_PAYSCHEME	Medium (1.7)	Medium (2.0)	High (2.5)	V
E1	BBodSchG, BBodSchV (Soil Protection Law and accompanying Soil Protection Directive)	DE_SOIL_PROT_LAW	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII

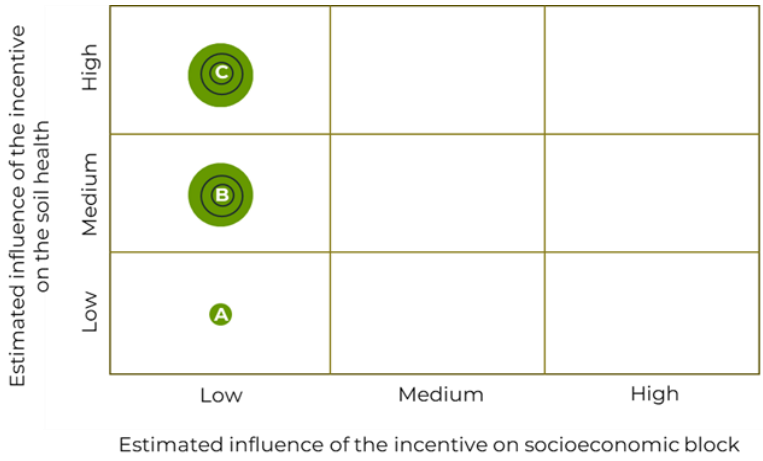
	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
E2	DüV DüngG - Fertilizer Directive (Düngemittelverordnung – DüV) and Fertilizer Law (Düngegesetz – DüngG)	DE_FER_LOW_PAST	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII
E3	DüMV Fertilizer directive (Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln - DüMV)	DE_FER_DIR_AGR	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII
E4	Greening (preservation of permanent grassland)	DE_PRES_PERM_GRAS	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.5)	VII
E5	FUL-13 (10-year-set-aside)	DE_FUL13	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII
F	VNP-H20 (conversion of arable land to grassland)	DE_VPN_H20	Low (1.3)	High (3.0)	Medium (2.0)	VII
G1	KULAP-B30 (extensive Grassland)	DE_KULAP_B30	Medium (1.7)	High (3.0)	Medium (2.0)	VIII
G2	KULAP-B35/36 (winter greening / intercropping)	DE_KULAP_B35	Medium (1.7)	High (3.0)	Low (1.5)	VIII

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
G3	Environment friendly production eco plan (specify).	EE_ENV_FRE_ECOPLAN	Medium (1.7)	High (3.0)	High (3.0)	VIII
G4	Greening (crop diversification)	DE_GRE_CROP_DIV	Medium (1.7)	High (3.0)	Low (1.5)	VIII
G5	Support for land melioration. (Investment support for the development and maintenance of agricultural and forestry infrastructure)	EE_LAND_MELIORATION	Medium (1.7)	High (3.0)	High (3.0)	VIII
H	KULAP-B10 (organic farming)	DE_KULAP_B10	High (3.0)	High (3.0)	High (3.0)	IX

Source: Own calculations

- *Business Models - Agricultural production/value chain*

Agricultural production/value chain business models combine the characteristics of both agricultural production business models and value chain business models. They focus on individual farm-level instruments to increase soil health, while also targeting the potential upscaling of the concept for soil health recovery within the value chain. Figure 8 summarizes the incentives associated with agricultural production/value chain business models, while Table 5 provides detailed descriptions and ratings of these incentives.



Source: Authors' figure.

Figure 8. Mapping incentives for Business Models - Agricultural production/value chain

A total of 20 incentives have been identified in the agricultural production/value chain business model. Among them, Group C exhibits a high degree of influence on soil health strategies, while Group B and Group A have medium and low influence, respectively. Group C incentives have a high influence on the socioeconomic aspect of the business model, while Group A has low influence and Group B has medium influence. In terms of the technology aspect of the business model, the influence is mixed. Two incentives (B and C) have a significant influence, while the influence of incentive A is estimated to be low. As a result, it is not possible to prioritize incentives for this business model.

Table 5. Mapping incentives for Business Models - Agricultural production/value chain

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
A	VNP-H30 (result-based grassland use)	DE_VPN_H30	Low (1.3)	Low (1.0)	Low (1.0)	I
B1	KULAP-B32/33/34 (watercourse and erosion control strips)	DE_KULAP_B32	Low (1.0)	Medium (2.0)	Medium (2.0)	IV
B2	KULAP-B37 (mulch sowing for row crops)	DE_KULAP_B37	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV
B3	KULAP-B38 (stripe-/Direkt sowing for row crops)	DE_KULAP_B38	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV
B4	KULAP-B43/44/45 (diverse crop rotation with flowering species, protein plants or large grain legumes)	DE_KULAP_B43	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.5)	IV
B5	KULAP-B19-23 (extensive grassland use for ruminants)	DE_KULAP_B19	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
B6	Federal programme for boosting energy efficiency and CO2 savings in agriculture and horticulture (Bundesprogramm zur Steigerung der Energieeffizienz und CO2-Einsparung in Landwirtschaft und Gartenbau)	DE_CO2_LAND	Low (1.0)	Medium (2.0)	Low (1.0)	IV
B7	VNP-H12-14 (fallows on arable land with self-vegetation for species protection reasons)	DE_VPN_H12	Low (1.0)	Medium (2.0)	High (3.0)	IV
B8	PAULa (cultivation break)	DE_PAULA_CULT_BREAK	Low (1.0)	Medium (2.0)	Medium (2.0)	IV
B9	VNP-H11 (extensive cropland management for field breeders and field wild herbs)	DE_VNP_H11	Low (1.0)	Medium (2.0)	Medium (2.0)	IV
C1	KULAP-B30 (extensive Grassland)	DE_KULAP_B30	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII
C2	KULAP-B35/36 (winter greening / intercropping)	DE_KULAP_B35	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.5)	VII
C3	VNP-H20 (conversion of arable land to grassland)	DE_VPN_H20	Low (1.0)	High (3.0)	High (3.0)	VII
C4	Greening (crop diversification)	DE_GRE_CROP_DIV	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII
C5	KULAP-B10 (organic farming)	DE_KULAP_B10	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.5)	VII
C6	BBodSchG, BBodSchV (Soil Protection Law and accompanying Soil Protection Directive)	DE_SOIL_PROT_LAW	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII
C7	DüV DüngG - Fertilizer Directive (Düngemittelverordnung – DüV) and Fertilizer Law (Düngegesetz – DüngG)	DE_FER_LOW_PAST	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.5)	VII
C8	DüMV Fertilizer directive (Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln - DüMV)	DE_FER_DIR_AGR	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII
C9	Greening (preservation of permanent grassland)	DE_PRES_PERM_GRAS	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII

	Incentive	Code	Estimated influence of the incentive on business model socioeconomic block	Estimated influence of the incentive on the soil health strategies	Estimated influence of the incentive on the technology block	Quadrant
C10	FAKT 1-D1 (no chemical-synthetic pesticides and fertilizer)	DE_FAKT1_D1	Low (1.0)	High (3.0)	Low (1.0)	VII
C11	FUL-13 (10-year-set-aside)	DE_FUL13	Low (1.0)	High (3.0)	High (3.0)	VII

Source: Own calculations

Conclusion

The incentives mapping aims to categorize incentives that have been conducted on the social, economic, and environmental building blocks of soil health business models within the agricultural and forestry sector. The incentives mapping was divided into four phases: identifying, analysing, visualizing, and prioritizing.

For mapping are used the case studies in the project that evaluates the incentives that have direct influence on the case studies' business model. It was identified a total of 61 incentives in 7 countries. The incentives were assessed and placed on a coordinate system with nine quadrants. Fourteen (23%) of the incentives are in top right quadrants (VI, VIII and IX) and have the highest influence over socio-economic indicators and soil health.

Only 1 (16.7%) of the incentives in Business Models - Value chain is situated in the top right quadrants. From that point of view, incentives are not efficient enough. BM Collective and value chain have 6 (50%) incentives in top right quadrant that have high degree of influence on soil health strategies. The effectiveness of the incentives here is much higher than in BM – Value chain. In Business Models - Agricultural production 6 (25%) incentives are in top right quadrants. The main characteristic of this business model is that there are many incentives present. In Business Models - Agricultural production/value chain there is none incentive in the top right quadrants, which means that effectiveness of the incentives is low.

Acknowledgments

This paper is prepared as part of scientific project NOVASOIL "INNOVATIVE BUSINESS MODELS FOR SOIL HEALTH" ID:101091268, funded by EU program HORIZONT 2020.

References

Ariely, D. (2016). Payoff: The hidden logic that shapes our motivations. Simon and Schuster.

Bongiovanni, R., & Lowenberg-DeBoer, J. (2004). Precision Agriculture and Sustainability. Precision Agriculture, 5(4-5), 359-387.

Grundmann, P., et al. (2021). Exploring soil health business models in agriculture. Environmental Science & Policy, 123, 161-168.

Cromley, E. K., & McLafferty, S. L. (2012). GIS and Public Health. Guilford Press.

Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. Psychological Bulletin, 125(6), 627-668.

FAO. (2015). Status of the World's Soil Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
Favoino, E., & Hogg, D. (2008). The Potential Role of Agro-Ecological Farming Systems in the EU. Land Use Policy, 25(1), 1-14.
Schipanski, M. E., et al. (2016). Realizing Resilient Food Systems. BioScience, 66(7), 600-610.
Fehr, E., & Gächter, S. (2000). Cooperation and punishment in public goods experiments. American Economic Review, 90(4), 980-994.
Gneezy, U., & List, J. A. (2016). The why axis: Hidden motives and the undiscovered economics of everyday life. Penguin Books.
Gneezy, U., & Rustichini, A. (2000). A fine is a price. Journal of Legal Studies, 29(1), 1-17.
Godfray, H. C. J., et al. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. Science, 327(5967), 812-818.
Hinrichs, C. C., et al. (2019). Regenerative agriculture: How business incentives and regulatory requirements are driving the movement. Sustainability, 11(6), 1603.
Holt, J. B., Lo, C. P., & Kemp, S. P. (2011). Advancing Health Equity and Social Justice in the Surveillance of Obesity. American Journal of Public Health, 101(3), 397-403.
Kraak, M. J., & Ormeling, F. (2019). Cartography: Visualization of Spatial Data. Guilford Publications.
Krygier, J., & Wood, D. (2016). Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS. The Guilford Press.
Lal, R. (2014). Soil health and carbon management. Food and Energy Security, 3(2), 132-144.
Lal, R. (2015). Soil Health and Soil Quality. Sustainable Agriculture Reviews, 15, 1-20.
Lal, R. (2018). Digging Deeper: A Holistic Perspective of Factors Affecting Soil Organic Carbon Sequestration in Agroecosystems. Global Change Biology, 24(8), 3285-3301.
Llewellyn, R. S., et al. (2017). The Disruptive Innovation Hypothesis in Australian Agriculture: The Case of Precision Agriculture. Agricultural Systems, 153, 115-125.
Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Systems and Science. Wiley.
Mäder, P., et al. (2002). Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science, 296(5573), 1694-1697.
Mankiw, N. G. (2014). Principles of microeconomics. Cengage Learning.
Pagiola, S. (2008). Payments for environmental services in Costa Rica. Ecological Economics, 65(4), 712-724.
Peterson, M. P. (2018). Mapping in the Cloud. The Guilford Press.
Pickles, J. (1995). Ground Truth: The Social Implications of Geographic Information Systems. Guilford Press.
Slocum, T. A., McMaster, R. B., Kessler, F. C., & Howard, H. H. (2009). Thematic Cartography and Geovisualization. Pearson Education.
Smith, P., et al. (2016). Soil Carbon Sequestration and Its Role in the Global Carbon Cycle. Nature, 304(7332), 209-214.
Tilman, D., et al. (2011). Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(50), 20260-20264

ИЗСЛЕДВАНЕ НА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧНИ, ТЕХНИЧЕСКИ И СПЕЦИАЛНИ ПАРАМЕТРИ В ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ

Свилен Стоянов[1], Десислава Михайлова[1], Аспарух Атанасов[1], Стелияна Христова[2]

[1]ДТК-Добрич, ТУ-Варна, [2]ИПАЗР Никола Пушкаров

e-mail: svilen.stoyanov@tu-varna.bg, desislava.mihaylova@tu-varna.bg, asparuh.atanasov@tu-varna.bg, stelityhristowa@abv.bg

RESEARCH OF AGROMETEOROLOGICAL, TECHNICAL AND SPECIAL PARAMETERS IN PRECISION AGRICULTURE

Svilen Stoyanov[1], Desislava Mihaylova[1], Asparuh Atanasov[1], Steliana Hristova[2]

[1]Dobrudzha College of Technology, Technical University of Varna, [2]Insititute of soil science, agrotechnologies and plant protection "Nikola Poushkarov"

e-mail: svilen.stoyanov@tu-varna.bg, desislava.mihaylova@tu-varna.bg, asparuh.atanasov@tu-varna.bg, stelityhristowa@abv.bg

Резюме

В настоящия доклад е направена систематизация на агрометеорологичните, технически и специалните параметри, необходими за изработване на многослойни карти и създаване на прогнози за развитието на растенията в прецизното земеделие. Разгледани са най-важните параметри, показани са методите и средствата за тяхното измерване. Направени са експериментални изследвания на опитно поле в регион Южна Добруджа. Получените резултати са анализирани, дадени са тенденциите на изменение на параметрите в табличен и графичен вид, като са направени и съответните изводи.

Ключови думи: агрометеорология, измерване, параметри, прецизно земеделие.

Abstract

The present report systematizes the agrometeorological, technical and special parameters necessary for the production of multilayer maps and the creation of forecasts for the development of plants in precision agriculture. The most important parameters are considered, the methods and means of their measurement are shown. Experimental studies were carried out on an experimental field in the South Dobrudja region. The obtained results have been analyzed, the trends of changes in the parameters have been given in tabular and graphic form, and the relevant conclusions have been drawn.

Key words: agrometeorology, measurement, parameters, precision agriculture.

Въведение

За получаването на достоверни прогнози за развитието на растенията и създаване на бази от данни със стойностите на агрометеорологичните, технически и специалните параметри, е необходимо извършването на множество измервания за

определен период от време. Това е едно от основните изисквания за създаване на многослойни карти, необходими за проследяване на развитието на растенията. Включването на множество параметри и оптимизирането им по групи е важно условие за получаването на достоверни резултати, в съответствие с климатичните промени за съответния регион.

Агрометеорологични параметри

Основни метеорологични параметри в прецизното земеделие са:

- Температура на въздуха
- Влажност на въздуха
- Скоростта на вятъра
- Слънчева радиация
- Температура на почвата
- Влажност на почвата

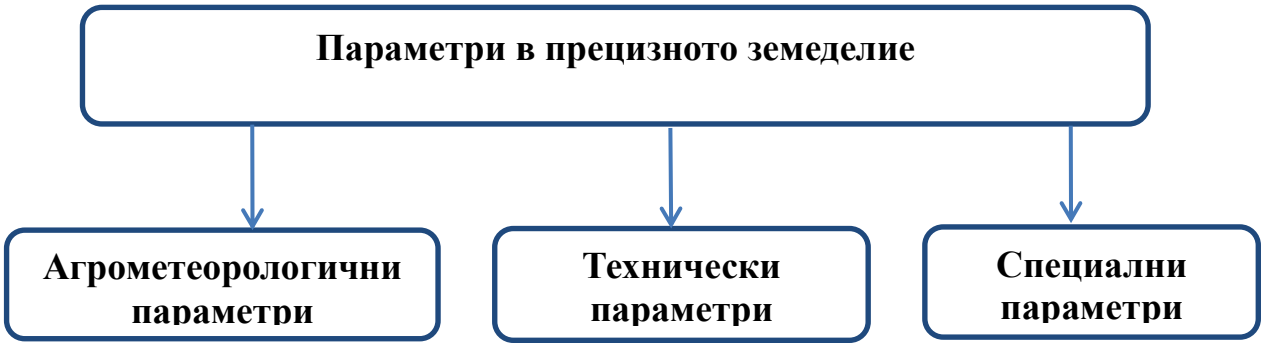
В случая те ще се разглеждат като агрометеорологични параметри-фиг.1, тъй като на базата на метеорологични параметри се изследва степента на развитие на растенията, т.е. агроклиматичните промени, като по този начин ще се дефинира агроклиматичната оценка на топлообезпечеността и влагообезпечеността на въздух и почва (околна среда), които съставляват основните агроклиматични изисквания на отделните култури. Методиката на изследване на агрометеорологичните параметри ще бъде еднаква, както при изследване на земеделски площи, така и при залесени участъци (горски масиви) [Stefanov K, 2019]. Освен това параметрите могат да се класифицират като абиотични (първите четири) и биотични – почвените параметри.

Слънчевото греене (слънцегреене) представлява вълново излъчване с широк спектър на дължината на вълната (от 0,15 μm до 3 μm) [Shrakov, 2023]. Слънчевата енергия (радиация), която попада на земната повърхност, се променя в зависимост от геометричното разположение на Земята в космическото пространство и най-вече спрямо слънцето. Влияние оказват атмосферното разсейване от молекулите на въздуха, водните пари и праха в атмосферата, атмосферното поглъщане от кислорода, азота, водата, въглеродните окиси, отражението и др.

Скоростта на вятъра оказва съществено влияние върху развитието на растенията. За Добричка област е характерен силният добруджански вятър. При липса на полезащитни пояси, засушаване и ниски температури, силният вятър допълнително изсушава почвата и сваля температурата с няколко градуса. Това от своя страна води до стресиране на растенията и силно намаляване на добивите, особено ако е съчетано с високи торови норми.

Комплексният анализ на всички изследвани агрометеорологични параметри би довел до вземане на управленски решения за намаляване влиянието на неблагоприятните агрометеорологични фактори, съответно намаляване на стреса на растенията и увеличаване на добивите.

Технически параметри – изследват се основно параметри на почвата, както и необходимите сили и моменти за извършване на различни обработки.



Фигура 1. Блок-схема на параметрите в прецизното земеделие

Специални параметри. Измерванията се извършват сравнително рядко, в повечето случаи при доказана необходимост, например: повишена слънчева активност, природни или изкуствени изтичания на течности и газове, нехарактерни за съответния регион, замърсявания, гнилостни процеси и мн. др. [2greenhome, 2023]. За изследването им е необходима специална измервателна апаратура.

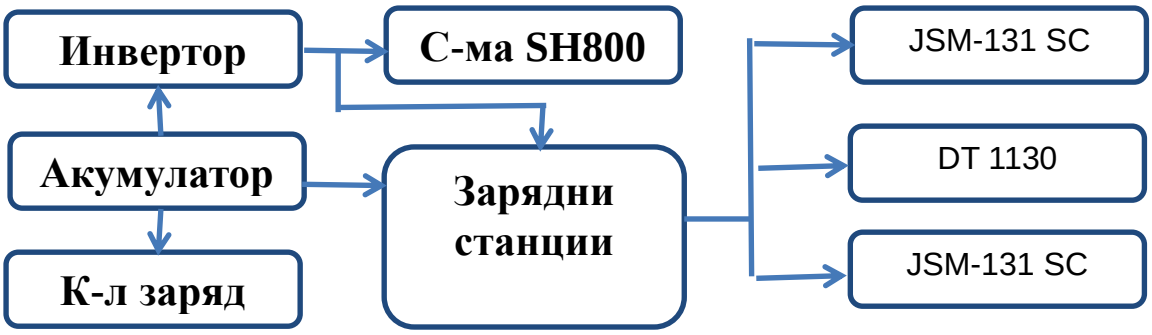
Основната цел при тези изследвания е обезпечаване на нормална жизнена среда на растенията и гарантиране отсъствието на замърсители, които са опасни, както за развитието на растенията и последваща консумация на растителните продукти, така и за здравето на хората, които обработват земните площи.

Основна задача на настоящата разработка е определянето на групите параметри, методите и средствата за измерването им, с цел създаване на бази от данни, необходими в прецизното земеделие.

Материали и методи

Обект за изследване е опитното поле на Добруджански технологичен колеж, Добрич, след посев на пшеница. Използван е методът на непосредственото измерване.

За извършване на изследванията е разработена измервателна система, като блоковата и схема е показана на фиг.2. Използва се захранващ модул, инверторен тип [Bachiyski S, 2013]. [Stoyanov S, 2023]. Инверторът преобразува напрежението от акумулатора в мрежово напрежение, тип модифицирана синусоида, което захранва микропроцесорната измервателна система, модел SH800 и мрежовите зарядни станции. Последните захранват специалните измервателни прибори JSM-131 SC, DT 1130 и JSM-131 SC.

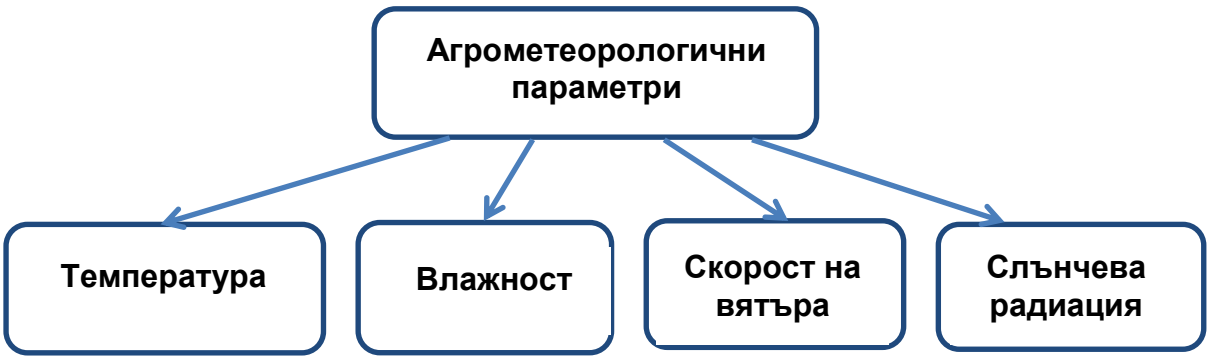


Фигура 2. Блок-схема на измервателната система

Резултати и обсъждане

1. **Изследване на агрометеорологични параметри**

Изследваните агрометеорологични параметри са показани на фиг. 3.



Фигура 3. Блок-схема на изследваните агрометеорологични параметри

Измерването на агрометеорологичните параметри се извършва със следната апаратура:

1.1. *Измерване на температура и влажност на въздух и почва.*

Измерването се извършва с микропроцесорна измервателна система, модел SH800-фиг.4 [Sigma-tech, 2023]. Използват се 2 комплекта датчици – за измерване на температура и абсолютна и относителна влажност на въздуха на почвата на дълбочина 70мм-фиг.4-вляво. Обработването на резултатите от измерването се извършва посредством вграден контролер, който в момента работи в режим - суха фаза. На дисплея се отчита абсолютна влажност в диапазона 0,05- 6600 gr/m^3 и относителна влажност 2-100%. За корекции и дублиране на измерванията се използва уред: VA8021, който измерва само относителна влажност и температура на въздуха, посредством платинов сензор.

1.2. *Измерване на слънчева енергия (радиация)*

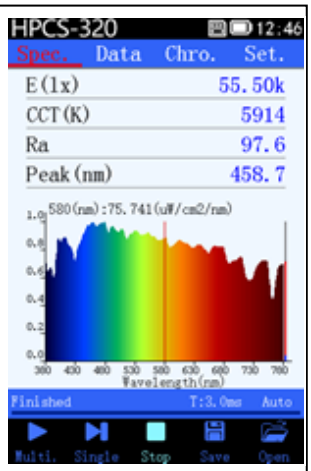


Фигура 4. Измервателна система SH800

Попадащият върху земната повърхнина поток светлинна енергия се състои от директен (пряк) слънчев поток и дифузен (разсеян) слънчев поток. При разпространението си в атмосферата на Земята, слънчевите лъчи частично се разсейват и се поглъщат от молекулите на въздуха, а като достигнат земната повърхност частично се отразяват от нея. Общата енергия, която се получава от слънцето за съответния регион е важна величина в земеделието, на базата на която се определят възможностите за отглеждане на различни култури. За измерването на слънчевата енергия (радиация) се използва логер-пиранометър за слънчевата радиация модел PCE-SPM1 с работен диапазон (от 0 до 2000 W/m^2).

1.3. Измерване на осветеност

Възможността за получаване на дистанционни спектрални индекси е пряко зависима от характеристиките на светлината и нейното отражение [Atanasov et all., 2022]. Осветеност, цветна температура и спектрални характеристики на светлината се измерват със спектрометър HPCS320. Измервателен диапазон на дължината на вълната 380-780 nm, точност на дължината на вълната: ±0.5nm; обхват на осветеност: 10-200000lx- фиг.5.



Фиг. 5. Показание на HPCS320

1.4. Измерване скоростта на вятъра

Скоростта на вятъра се измерва с комбиниран уред: анемометър, термометър, хидрометър VA8021. Обхват за измерване: скорост на вятъра (0,4 ~ 20m/s); температура (-10 ~ 50°C / 14 ~ 122°F); влажност (0~100%RH).

Този уред позволява измерване скоростта на вятъра, температура на въздуха и неговата влажност, като отчита максимална, минимална и средна стойност за измерения период от време.

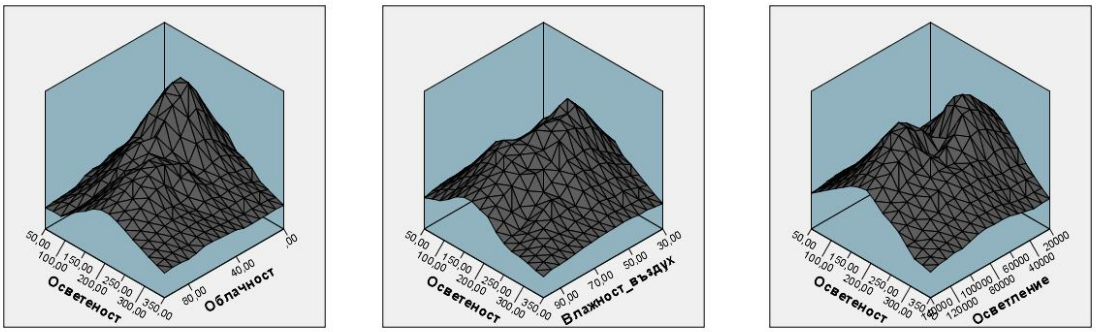
1.5. Измерени агрометеорологични параметри

Получените резултати от измерванията са дадени в таблици 1 и 2.

Таблица 1. Измерени агрометеорологични параметри

Дата	Скорост на вятъра (m/s)	Посока на вятъра	Влажност въздух(%)	E - осветление (lx)	Температура въздух(C)	Облачност (%)	Цветна температура (K)	Слънчевата енергия, Осветеност (w/m^2)
9.12.2022	2	Ю	82	20 670	14	69	6511	115,5
22.12.2022	5	Ю	76	42 670	7	7	5688	80,9
6.1.2023	10	СЗ	67	43 780	11	59	5791	182,6
20.1.2023	10	СЗ	62	28 890	12	44	5725	182,3
24.2.2023	8	ЮИ	87	32 630	7	81	6492	177,9
21.3.2023	4	ЮИ	100	50 160	7	97	6307	245,5
25.3.2023	8	И	93	83 380	9	36	6148	143,9
9.4.2023	5	ЮИ	62	103 900	12	34	6063	318,3
14.4.2023	5	ЮИ	60	61 920	18	72	6238	276,1
23.4.2023	4	ЮИ	45	92 640	17	35	5999	203,4
30.4.2023	7	СЗ	35	106 960	19	12	6142	185,6
5.5.2023	6	С	77	46 710	14	72	6852	206,1
12.5.2023	9	СИ	55	67 150	15	87	6425	235,8
19.5.2023	7	И	41	123 920	24	18	5817	234,9
1.6.2023	3	З	39	108 040	26	24	5980	161,5
8.6.2023	4	И	50	112 990	23	19	6105	174
15.6.2023	5	Ю	74	122 300	23	34	6119	154
22.6.2023	4	С	58	31 520	27	33	7244	221,8
29.6.2023	6	С	53	113 560	22	37	6056	120

Измерените агрометеорологични параметри, които са дадени в таблица 1, са част от измерванията. На фиг.6 са показани зависимостите между изследваните величини за период от една стопанска година (2022-2023). За обработване на резултатите е използван програмен продукт IBM SPSS – статистика.



А Б В

Фигура 6. Зависимост на осветеността спрямо облачност, влажност на въздуха и E- осветление

Таблица 2. Измерени агрометеорологични параметри

Местоположение, време на измерването	Параметри – въздух, светлина				Параметри - почва	
	Темпера-тура [^{0}C]	Влажност %	Скорост на вятъра [m/s]	Слънчева енергия (радиация) W/m^2	Темпера-тура [^{0}C]	Влажност %
Опитно поле – ДТК-10. 2023г - 12ч.	21,1	51,7	0,1	330	19,1	14,3
Опитно поле – ДТК 10. 2023г - 15ч.	25,1	54,7	0,9	342	19,3	14,3

Показаните измервания в таблица 2 са извършени в интервал 3 часа през месец октомври 2023г. Прави впечатление много ниската почвена влажност, което е следствие от липсата на дъжд със стопанско значение от месец юли до месец октомври.

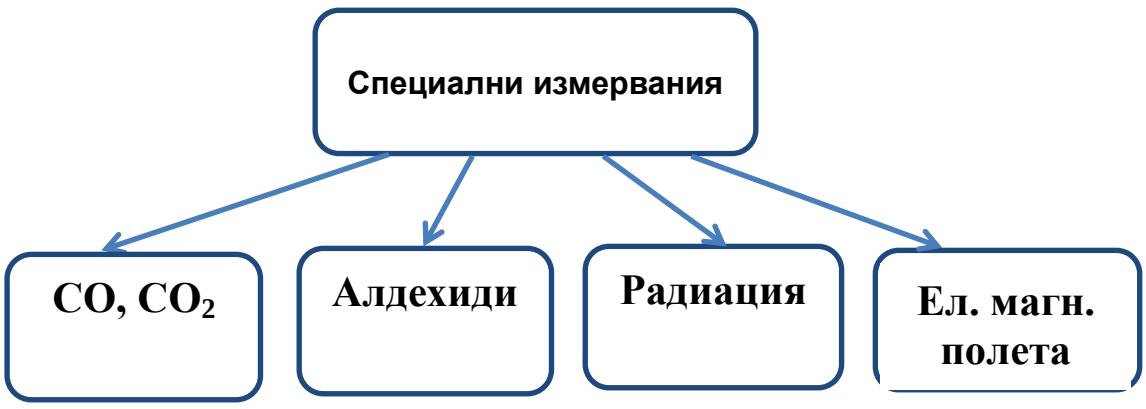
2. Изследване на технически параметри

Изследвано е опитното поле на Добруджански технологичен колеж, след посев на пшеница, като измерванията са проведени, чрез вземане на проби през L = 2 m. по дължина и L = 2 m. по ширина. За измерване на почвената плътност се използва механичен пенетрометър – модел – Wile-SCT-04082020 [Wile, 2023]. Измерванията се извършват по ASAE S313.3 стандарт. Получените резултати са дадени в таблица 3. Всички измервания попадат в зелената зона – нормална почвена плътност.

Таблица 3. Получени резултати – почвена плътност в MPa

L	2m	4m	6m
2m	1,034	1,379	0,483
4m	0,827	0,758	1,379
6m	1,034	0,483	0,621
8m	1,034	1,034	1,034
10m	0,414	0,724	1,034
12m	0,689	0,483	0,483

3. Специални измервания



Фигура 3. Блок-схема на изследваните специални параметри

3.1. Измерване на концентрацията на газове във въздуха

Качеството на въздуха има изключително важно значение за правилното развитие на растенията и осигуряване на безопасни условия на труд [2greenhome, 2023]. Измерванията се извършват с детектор за качество на въздуха, модел JSM-131SC – фиг.7а [16776238.pdf, 2023]. Вградените сензори позволяват измерване концентрацията на въглероден двуокис CO_2, формалдехид HCHO и летливи органични съединения TVOC. На базата на тези данни, уредът изчислява и показва нивото на качество на въздуха, AQI air – таблица 4.

Таблица 4. Интервали на допустимите стойности на измерваните параметри

HCHO	0÷0,08	0,081÷0,01	0,101÷0,2	0,201÷0,5	0,501÷1	1,001÷1,999
TVOC	0÷0,5	0,501÷0,6	0,601÷1,5	1,501÷3	3,001÷6	6,001÷12
CO_2	0÷450	451÷1000	1001÷1500	1501÷2000	2001÷3000	3001÷5000
AQI	1	2	3	4	5	6
ENVIROMENT	GOOD	GOOD	POIIUTE	POIIUTE	POIIUTE	POIIUTE

Измерванията са извършени в опитното поле и помещенията, намиращи се в близост до опитното поле. Детекторът за качество на въздуха се нуждае от не по-малко от 120 секунди време за предварително загряване след включване. Калибрирането се извършва с вграден калибратор. Тестът на закрито се нуждае от затваряне на врати и прозорци, като времето за измерване на TVOC отнема около 60 минути. Данните могат да бъдат записани и прехвърлени посредством USB порт и оригинален софтуер. Получените резултати са дадени в таблица 5.

Таблица 5. Измерени стойности и оценка на концентрацията на газове във въздуха

Обект/показатели	HCHO ppm	TVOC ppm	CO2 ppm	AQI N	Environment Оценка
Офис преподаватели	0,003	0,021	349	1	good
Опитно поле	0,003	0,021	369	1	good

3.2. *Измерване на електромагнитни полета*

Използва се детектор за електромагнитни излъчвания GM3120, който е предназначен за откриване на електромагнитни полета в околната среда и в затворени помещения [gm3120, 2023] – фиг. 7б. Обхват на измерване: електрическо поле - 1V/m - 1999V/m, магнитно поле 0.01μT - 99.99μT. Времето за измерване е около 0,4 секунди. Измерването се осъществява в широк честотен диапазон 5Hz—3,5 GHz. Детекторът има вградена аларма за опасни стойности, която се включва при електрическо поле над 40V/m и магнитно поле над 0.4μT. Уредът изписва safe (безопасно) при стойности не представляващи опасност за хората или harmful (вреден) при опасни стойности. Получените резултати са дадени в таблица 6.



А Б В

Фигура 7. Измервателни прибори А - JSM-131 SC, Б - GM3120,
В - FS2011

Таблица 6. Измерени стойности на електромагнитни полета

Обект/показатели	Електрическо поле V/m	Статус -	Магнитно поле μT	Статус -
Офис преподаватели	6	safe	0	safe
Опитно поле	0	safe	0	safe

3.3. ***Измерване на радиация***

За измерване на радиация се използва прецизно устройство, модел FS2011 [52802638.pdf, 2023] – фиг. 7в.

Последното представлява Гайгеров брояч, с детектор тип *Гайгер-Мюлерова тръба.* Предназначено за откриване и наблюдение на радиацията на α, γ и hard β лъчи в различни радиоактивни работни зони. Калибрирането е извършено фабрично с помощта на цезий-137. Уредът има две измервателни стойности: еквивалентната доза - дозировка μSv u mSv, u натрупана доза в работната зона, което представлява натрупана стойност на скоростта на дозиране в рамките на определена период от време μSv /h и mSv /h;

След като всяка измерена стойност надвиши стойността на алармения клапан за настройка, инструментът изпраща сигнал според настройката на алармения режим. Получените резултати са дадени в таблица 7.

Получените стойности представляват естествен радиационен фон и са съизмерими със стойностите в официалния бюлетин на Р. България [bulletin-rad, 2023].

Таблица 7. Измерени стойности на радиация

Обект	дозировка μSv	натрупваща стойност на скоростта на дозиране μSv /h
Офис преподаватели	0.15	0.15
Опитно поле	0.09	0.09

Изводи

1. Направена е класификация по групи параметри, необходими за целите на прецизното земеделие.

2. Разработената е измервателна система за изследване на множество параметри в прецизното земеделие.

3. Извършени са измервания на повечето параметри в рамките на една стопанска година.

4. Получените резултати са обработени с помощта на софтуер за статистически обработки, с цел извършване на сравнителни анализи през стопанските години.

5. Техническите измервания са необходими за вземане на решения за обработка на почвата за следващата стопанска година.

6. Специалните измервания са необходими за гарантиране достоверността на резултатите от статистическата обработка и изключване вероятността от външни въздействия, влияещи пряко или косвено върху развитието на растенията.

Заключение

Извършените измервания дават възможност за създаване на бази от данни, за всяка стопанска година, необходими при проследяване развитието на растенията.

Това би допринесло за получаването на по-достоверни прогнози на добивите в съответния изследван регион.

Благодарности

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП14/2023г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет .

Литература

[1]. Atanasov, A., Mihaylov, R., Stoyanov, S., & Mihaylova, D. 2022. Combined WiFi sensor for temperature and moisture of soil. ANNUAL JOURNAL OF TECHNICAL UNIVERSITY OF VARNA, BULGARIA, 6(2), 77-82. ISSN 2603-316X, https://doi.org/10.29114/ajtuv.vol6.iss2.279

[2] Bachiyski S., Zaharieva S. “Development and investigation of an electronic system for managing of independent single - phase inverters,” Proceedings of the University of Ruse, Vol. 52, series 3, pp.102-105, 2013, ISSN 1311-3321;

[3] Stefanov K., Enakiev Y. I., Baibekov R. F., Belopukhov S. L., ”Basic principles in the operation of machines in forestry,” Scientific Almanac, Issue 7-1, pp. 145-148, OOO-Consulting company Yukom, Tambov, Russia, 2019 (in Russian);

[4] Svilen Stoyanov, Desislava Mihaylova, Asparuh Atanasov, Hristo Stoyanov, Steliana Hristova, Research of an integrating measurement system for precision agriculture purposes, Proceedings of the scientific forum with international participation “Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization”, Volume 4, pp 80-89, Sofia, 2023, ISSN 2683-0663;

[5] https://www.wile.fi/en/other-moisture-meters/wile-penetrometer/;

[6] https://www.sigma-tech.org/eng/products;

[7] http://www.shtrakov.net/RET_lect.html;

[8] https://2greenhome.com/bg/inteligenten-dom/kachestvo-na-vzduxa/;

[9] http://www.benetechco.net/en/products/gm3120.html;

[10] https://cdn.manomano.com/files/pdf/52802638.pdf;

[11] https://cdn.manomano.com/files/pdf/16776238.pdf;

[12] https://eea.government.bg/bg/output/daily/bulletin-rad.html.

ЗАТИХВАЩОТО РОЗОПРОИЗВОДСТВО В БЪЛГАРИЯ

Веселин Бояджиев, Нели Веселинова

СУ "Св. Кл. Охридски",Геолого-географски факултет,
Катедра „Социално-икономическа география"

v.boiadjiev@abv.bg, n_veselinova@mail.bg

Резюме

За маслодайната роза у нас се е създала митология, която няма пряка връзка с науката, но успешно се използва за обслужване на други дялове на стопанството, особено туризма. Всъщност само за около два века това персийско по произход растение намира разпространение сред масово живеещото турско мюсюлманско население. Пишем турско, защото сред потребителите и разпространителите няма българи-мюсюлмани, а християните, които започват да работят това, се появяват едва в последните десетилетия преди Освободителната война от 1877/78г.

Причините за взривното увеличение на площите, свързани с розопроизводството в Стрелча през XX век са много. В географско отношение няма нови райони, но се наблюдава разширение на площите в някои от старите. Изчезването на турското население някъде не е фактор и прогресът е налице, но другаде, например на север от Балкана, това води и до изчезване на културата. Маслодайната роза е изключително взискателна култура и всички опити за отглеждането ѝ в неподходящи условия дават икономически неизгодни резултати.

Ключови думи: България, роза, намаляване, производство.

THE REDUCTION OF ROSE PRODUCTION IN BULGARIA

Veselin Boyadzhiev, Neli Veselinova

Sofia University, Department of Social and Economic Geography, Faculty of Geology and Geography, Sofia, Bulgaria,

v.boiadjiev@abv.bg, n_veselinova@mail.bg

Abstract

Mythology about the rose in our country has no direct connection with science but is successfully used to serve other parts of the economy, especially tourism. In fact, this plant of Persian origin found distribution among the Turkish Muslim population in only about two centuries. There were no Muslim Bulgarians among the users and distributors, and the Christians who started to do this appeared in the last decades before the Liberation War of 1877/78.

There are many reasons for the explosive increase in the areas related to rose production in Strelcha in the 20th century. Geographically, there are no new areas, but there is an expansion of sites in some of the old ones. The disappearance of the Turkish population somewhere is not a factor and progress is observed, but elsewhere, for example in the north of the Balkans, it also leads to the disappearance of culture. The rose

is an extremely demanding culture and all attempts to grow it in unsuitable conditions give economically unfavorable results.

Key words: Bulgaria, rose, reduction, production.

Въведение

Съвременното развитие на розопроизводството в България е белязано от редица трудности. Сектор „Земеделие“ се сблъсква с множество проблеми и розопроизводството не прави изключение. Развитието на етерично-маслените култури по нашите земи датира от столетия. Целта на разработката е да насочи вниманието не само към розопроизводството, но и към вариантите за възраждане на интереса към отглеждане на културата. Обект на изследване е розопроизводството в страната, а предмет – постепенното свиване на дейностите, свързани с него.

Материали и методи

Розата и розопроизводството са обект на изследване от учените от години. За съжаление към момента не са много хората, които работят по темата.

В последните години активно по въпросите за розопроизводството работи Зарев (1996, 2008, 2018). Той подробно описва историята на българското розопроизводство.

Маринов (2011) разглежда тенденциите в българското розопроизводство в края на XIX век (1878-1899).

Българската география към момента не изследва розопроизводството.

Използваните методи за разработване на настоящия труд са много и не само географски. Те включват метод на анализ и синтез, статистически, сравнителен анализ, наблюдение и други.

Резултати и обсъждане

В миналото прехвърлянето на търсенето и реализацията от населението на Османската империя към Централна и Западна Европа с обслужващата я химическа промишленост и търговия реализират желанието за промяна. Една по една примитивните гюлхани се заменят от модерни и мощни по капацитет и качества преработващи фабрики, построени със западен капитал.

Постепенно се оформят стабилни розопроизводителни райони, а производството на цвят тръгва по природно-обществената факторна композиция на най-развитото 3западноевропейско общество. Това „избързване“ на розопроизводството спрямо българските стопански и други обществени реалности носи в бъдеще вълнообразно развитие, в което се редуват ниските и високите вълни в състоянието на производството.

Постепенно времевата връзка между производството на розов цвят-масло и други продукти и реализацията на пазара за крайна употреба се усложнява. Това носи нова ликвидност, която не е по силите на бедните производители на цвят, които преобладават. Високата трудоемкост и до днес остава водещ фактор и при географското разположение, влияе определящо на финансовите резултати. Редуват се години на разширение на площите с всичките рискове по отношение на средните добиви и качеството на цвета с периоди на кризисно свиване. Намесва се и държавната политика. Особено драматично е положението по време на кризата в началото на 30-те години на миналия век. Стига се до фалит на производители. Има и премии за изкореняване на насажденията срещу засяване на зърнени или картоф. На това лутане се слага постепенно край с одържавяването на земеделието и цялата икономика през 40-те и 50-те години. Но и тогава има различия, макар и от друго естество. Провежданите изследвания през 70-те години на миналия век показват, че в землището на Стрелча при пропорция 3000:800 декара при площите

за земите, обработване от АПК и тези в личното ползване от едно и също население, в единствената, държавна, розоварна, се получава едно и също количество цвят! Инцидентните опити към ниската изкупна цена да се добавят плодови и зеленчукови консерви или зърно не стабилизират площите и производството. Важен мотив за масовото включване на населението в отглеждането на рози в личното стопанство е липсата на други възможности за доходи извън ниския трудов ден.

Розопроизводството в условията на частната собственост създаде начални надежди, които се разсеяха заради липсата на кооперирane и ниските изкупни цени. Настани се моделът на множество малки производители и конкуриращи се розоварни. Техният брой отначало взривно нарасна, но не на база научни анализи, свързани с крайния пазар. Последва процес на намаляване на броя на работещите розоварни. И допълнителната преработка на лавандула не може да ги отвори.

Каква е ситуацията днес? Официалните данни за площите на розови градини не отговарят на истината. Поради недоверие, недоволство и други причини официално регистрираните площи не са точни. Ако се вярва на официалната статистика финансова подкрепа са получавали площи в столицата и около нея. Това е част от тъмните страни на евросубсидиите, които на книга са едни, а реалността е друга. Последната висока вълна на засаждане на нови площи приключи с падането на изкупните цени на розовия цвят преди няколко години. От тогава малко по малко розови градини се унищожават и площите се трансформират в друго използване. От съществуващите градини една все по-голяма част само се берат, не се поддържат през годината. Те са на доизживяване и опустяват. Третата група са площите, които се поддържат и експлоатират класически и пълноценно. Реална статистика за всяка група и общо няма, защото всичко зависи от моментната воля на собствениците-производители. Тук няма розови градини под аренда и главната обща причина е липсата на работна ръка и особено ниските доходи. Причините за това са няколко. На първо място идва ниската изкупна цена на цвета. През последните години беше средно около 1.50-1.70 лв и едва през 2023 г. се цената се повиши на 4 лв.

Една от новостите е пазарът на розови градини, характерен за частната собственост. И тук излизат на преден план определени фактори, които можем да групираме на природни и обществени. Към природните, които ни интересуват конкретно, са релефът и почвите, а към обществените са транспортната достъпност, отдалечеността от селището, както и растящите цени на горива и препарати. От значение е и цената на оранта, както и тази за труда на наетите берачи. Реално средното и възрастното поколение не остойностява живия си труд с обяснението, че цвета е единствената възможност за добавъчен доход към ниските заплати и пенсии. Процесът на закупуване на машини с цел обработка и разширяване на градините спря. Спряха и единичните случаи, когато млади хора или на средна възраст имаха желание да създадат стопанство с повече от традиционните площи, които достигат до около 3 декара.

В Стрелча първите розови градини са от времето преди Освобождението, когато в тогавашното село половината от населението са били турци, а след Кримската война са заселени и 42 семейства татари. Първоначално розите са се отглеждали само от турците като специално производство, подобно на навлизането на ориза 4 века по-рано в Горнотракийската низина. Все по-отвореното състояние на османската икономика и проникването на западни капитали прави възможно и сред християните да се развие стремеж към запазени за османлиите в миналото дейности.

След Освобождението у нас се настанява дребната частна собственост, която се запазва чак до социалистическото задължително кооперирane. В Стрелча то

приключва през 1956-1957 г. като извън ТКЗС остават неколцина твърдоглави дребни селяни.

Строежът на държавната розоварна рязко подпомага разширението на площите, при което се облягат на традициите по местности, а не на научно райониране.

Ще избегнем научната характеристика на релефа и почвите в землището и ще се обърнем към мисленето, разбиранията и практиката на местните хора.

В ТКЗС първоначално към розовите градини (гюловете), с които селяните са влезли в кооператива се изграждат нови масиви. По-късно това затрудни т.н. поземлена реформа, от която множеството стопани са недоволни.

Най-общо сега гюловете се сравняват по добива, но основна причина за различията е релефа и почвата. Предпочитани са малките наклони. Те са добре огрявани от слънцето и по-лесно се обработваха в миналото с животни, а днес с машини.

Почвите според местните разбирания се делят на глинести и песъчливи. При достатъчно валежи и влага глинестите дават по-висок добив, но при суша са тежки за обработка. Ако се спазва традиционната обработка розовата градина трябва да се оре по различни причини 4-6 пъти годишно. При социализма в личното ползване междуредовото пространство на розовите градини се използваше интензивно за засаждане на боб, тикви, а при наличие на вода и на зеленчуци.

Песъчливите градини дават по-нисък добив, но по-лесно се обработват, а това при все по-застаряващата и оскъдна работна ръка става все по-важен фактор.

Наблюдава се прекъсване на трудовата връзка между поколенията. Все по-малко са случаите, когато младото поколение продължава отглеждането на гюла в семейните традиции. Причина е и емигрирането извън селището, започнало още през 60-те години и продължаващо и днес по различни причини.

Най-новото обществено явление е връщането на хора със стрелешко потекло, особено след пенсиониране. Нарастват и случаите на закупуване на къщи от външни хора, които се настаняват за постоянно или сезонно жителство, привлечени от минералните води и комфортната природа, от тишината и липсата на замърсяване. Започват и първите интереси към производството на розов цвят. Първоначално незапознатите се смущават от силно преобладаващия ръчен труд, който реално остава незаплатен. А за хоби-градини е още рано, пък и те няма да имат стопанска стойност. Има предпоставките за местен пазар, тъй като броят на желаещите да продават е реален и по-голям от този да купуват. И тук за първи път и едните и другите започват да се интересуват от детайлите по ценообразуването на градините. Местоположението, свързано с релефа и почвения състав се явяват определящи и науката би могла да помогне със съответната услуга.

Освен традиционната покана за редовното ни участие причина за горните редове е и съобщението на проф. Мартин Банов, когото добре познаваме и ценим, че най-после академията има намерение да се върне към позабравеното райониране, чиито географски метод е широко използван в по-далечното минало. Изцяло подкрепяме инициативата. Предвид пъстротата на почвения състав по отношение на маслодайната роза е нужно почвено райониране по землища, а не по общини. Почвеното райониране е най-полезно, защото слънчевото греене, ветровете и валежите са с пренебрежимо малко различия в границите на едно землище. Така че териториалната диференциация от природна гледна точка, а от там и добивите са зависими в най-голяма степен от почвите.

Литература

Зарев, К. (1996) История на българското розопроизводство. Пловдив : Вион

Зарев, К. (2008) Българското розопроизводство и традиционната култура. Казанлък : Ирита

Зарев, К. (2018) Българското розопроизводство и традиционната култура. Казанлък : Янита

Маринов, М. (2011) Тенденции в българското розопроизводство в края на XIX век (1878-1899). Балканите – език, история, култура, т. 2, 372-377

Правилник и наредби за производството и продажбата на розово масло (1943) Българска земеделска и кооперативна банка. София

MICROBIAL BIOSURFACTANTS IN BIOLOGICAL PLANT PROTECTION

Ivo Ganchev, Radostina Georgieva, Plamena Kazakova, Stela Hristova, Daniel Pavlov, Stoyan Enev, Violeta Paskova, Tsvetan Valev, Georgi Dzhelebov, Vasil Hristov, Apostol Todorov, Miglena Kazakova, Georgi Tasev

Trakia University of Stara Zagora,
Faculty of Technics and Technologies of Yambol,
38 Graf Ignatiev str., 8602, Yambol, Bulgaria,

e-mail: ivotg@abv.bg

Abstract

Modern agricultural practices being used since last few decades in most of the countries worldwide have made food abundant and affordable for the increasing world population. Use of natural compounds and natural pest predators for pest management is one of the primary agricultural practices aiming at an environment-friendly agriculture. Biological surface-active molecules, biosurfactants are such ecologically safe compounds that have been reported to have prominent biocontrol activities and immense potential for a sustainable agriculture. Biosurfactants have also been successfully incorporated in synthetic formulations to enhance the effectiveness of chemical or other biological biocontrol agents. This review article strives to illustrate the various applications of biosurfactants as a component of sustainable agriculture especially their use as a biological pest and pathogen control agent.

Key words: Biosurfactants, Biological Plant Protection, Sustainable agriculture, Biocontrol agents.

Introduction

Changes and disturbances in the habitat and biodiversity of animals and microorganisms in recent years due to anthropogenic activities, that include extensive use of fertilizers and pesticides to deal with the numerous pests attacking the crops and pastures and also for increasing the productivity of the land, depletion of soil and water quality, loss of soil and water biodiversity, and increased contamination and toxicity to flora and fauna as well as human and environmental health, have altered multiple host-microbe interactions and have led to an increased susceptibility of various crops to multiple novel pests. Apart from extensive negative effect on human and environment health, nonpoint source water pollution caused by pesticide and fertilizer laden agricultural runoffs leads to eutrophication and dead zones in many water bodies. Biological surface-active molecules, biosurfactants are such ecologically safe compounds that have been reported to have prominent biocontrol activities and immense potential for a sustainable agriculture. Various biosurfactant-producing microorganisms have been isolated and studied from various plant surfaces, including rhizosphere and leaves. Many plant-associated endophytes have been found to play an active role in plant immunity, plant resistant to stress factors, plant defense mechanisms, including direct protection from pathogens and pests as well as facilitating biocontrol mechanisms of other plant growth-promoting microbes. Many of these resistant mechanisms can be attributed to the specific secretions of plant-associated microbial population and hence, the study of plant-associated microbial molecules assumes vital importance. Biosurfactant is one such molecule that has been studied to play a vital role in plant growth and immunity and also in the activity of endophytes for increasing plant resistance and immunity. To fully unravel different aspect of sustainable

agriculture, it becomes imperative to study the association of biosurfactant and endophytes in plant biocontrol mechanisms (Sarubbo et al., 2022).

Biosurfactants

Biosurfactants are amphipathic molecules produced by many bacterial and fungal species under varying environmental and biological conditions. They are either produced extracellularly or secreted at the cell surface. The amphipathic nature confers on them the ability to orient themselves at interfaces and bring about lowering of the surface tension. Also of importance is their ability to form micelles (Fei et al. 2020).

Biosurfactants are amphipathic in nature, that is, they contain both hydrophilic and hydrophobic domains. The hydrophilic part may be ionic (cationic or anionic) or nonionic and consists of molecules like carbohydrate, cyclic peptide, amino acid, phosphate carboxyl acid, or alcohol, while hydrophobic part is mostly a hydrocarbon chain. Depending on the type of the hydrophilic and hydrophobic groups, biosurfactants can be classified as glycolipids, lipopeptides, lipoproteins, phospholipids, and similar such molecules. Based on their molecular weight, biosurfactants are classified into two main categories: low molecular weight biosurfactants, including glycolipids and lipopeptides and high molecular weight polymers, like some polymeric and particulate biosurfactants. Low molecular weight biosurfactants are primarily implicated in the lowering of the surface and interfacial tensions, while high molecular weight biosurfactants have been reported to be more efficient emulsifying and stabilizing agents (Mishra et al., 2021). Structure of a biosurfactant is critical for its biological activity. Any alterations in structural diversity also confer on the producing host a diversity in functional attributes. Hence, the study of structure-function relationship of biosurfactants in various niches is important. Various member of many bacterial and yeast species been reported to produce different types of biosurfactants. These include *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Acinetobacter, Arthrobacter, Corynebacterium, Enterobacter, Alcanivorax, and Candida* among others (Drakontis et al., 2020).

Applications of biosurfactants in agriculture

The versatile properties of biosurfactants also enabled them to be used in agriculture, mainly to replace synthetic surfactants in formulations of pesticides and agrochemicals, favoring the expansion of "green chemistry" in this sector in response to the need to reduce/eliminate negative impacts on the environment and human health due to the excessive use of chemical compounds (Cameotra et al., 2010). Literature reports that rhamnolipid and lipopeptide biosurfactants are associated with an improvement in soil quality, which is important for the production of crops, as these natural compounds serve as bioremediation agents of soils, surface water, groundwater, and waste streams contaminated with hydrophobic organic compounds, such as polycyclic aromatic hydrocarbons and metals (Carolin et al., 2020). Due to their antimicrobial activity, biosurfactants from the lipid classes of mannosylerythritol, rhamnolipids, and lipopeptides can also be used as biopesticides to control different pests, pathogens, phytopathogenic fungi, and weeds (Ingle et al. 2023). Lipopeptides produced by *Pseudomonas putida* and *Pseudomonas fluorescens* respectively cause the lysis of Phytophthora capsici zoospores, which cause the “damping off” of cucumbers and inhibit the growth of phytopathogens, such as *Pythium ultimum*, *Fusarium oxysporum*, and *Phytophthora cryptogea* (Kumar et al., 2022). Other lipopeptides and some glycolipids have also showed promising results in this field regarding the inhibition of the action of aphids, mosquitos, and harmful toxins produced by the fungus *Aspergillus parasiticum* in peanut, cotton, and corn crops, preventing microbial infections and pest infestations (Abdellaziz et al. 2018). Biosurfactants and biosurfactant-producing microorganisms can also serve as nutrients for plants (carbon source) and aid in the

absorption of essential substances for their proper development through the efficient distribution of metals and micronutrients in the soil and production of biofilm on roots, while also protecting plants from harmful substances.

Biosurfactants as antimicrobial and biocontrol agents

The presence of different types of stresses is one of the reasons for the production of biosurfactant by the microorganisms and hence it is not surprising that many biosurfactants exhibit antimicrobial activities probably as a defense mechanism for the survival of the host in a competitive environment. In plant sys- tems, various theories have been proposed for this activity. Biosurfactants can have a direct antipathogenic effect or stimulate antipathogenic properties of other neighboring microorganisms in the niche (Sani et al., 2023). Additionally, biosurfactants have also been reported to show an indirect antiphytopathogenic property by increasing host defense mechanisms enabling them to counter any pathogen attack by antagonistic secretions. Rhamnolipids, sophorolipids and lipopeptide molecules like lichenysin, fengycin, surfactin, and iturin have shown activity against many phytopathogens, including *Botrytis* sp., *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., and *Plasmopara* sp [Geissler et al., 2019], as well as many bacterial plant pathogens like *Acidovorax carotovorum*, *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas syringae*, *Pectobacterium carotovorum*, *Ralstonia solanacearum* and *Xanthomonas campestris* (Hazarika et al., 2022) and cause loss of spore motility, inhibition of mycelial growth, and disruption of zoospore membranes leading to the lysis of zoospores of many fungal strains were the primary modes of antifungal activity ascertained (Singh et al., 2022), the zoospore-lysis effect on different species of Pythium and Phytophthora species, including *Pythium aphanidermatum*, *Phytophthora capsici* and *Plasmopara lactucaeradicis* (Tahir et al., 2022). A reduction in the rate of deposition and adhesion of pathogens is one of the modes of action for the antimicrobial activity exhibited by many bio- surfactants. The hypotheses mostly proposed for the mode of action are as follows:

1. increased membrane permeability by modifications of phospholipids;
2. damage and alterations to the cell membrane by alterations in membrane electrical conductance, disruption of membrane cytoskeletal elements, and insertion of fatty acid components; and
3. adhesion of biosurfactant to cell surface causing deterioration and disruption of cell membrane integrity and nutrition cycle (Sani et al., 2023).

Modifications in the profile of phenolic compounds produced by the plants are one such effect observed after pathogen infections. Apart from alterations in phenol composition, a plant enzyme that is most commonly found to be affected upon fungal infections is phenylalanine ammonia-lyase (PAL) which is a key enzyme in phenol biosynthesis and in the biosynthesis of plant phenylpropanoid compounds such as lignin and flavonoids. Activity of PAL has been found to be primarily affected in various stress conditions, including during pathogen attack, and an enhanced enzyme activity has been observed in many resistant cultivars against various plant pathogens. The positive effect of biosurfactant on phenolic compounds in many studies indicates an enhancement of PAL upon biosurfactant application leading to a protective action against pathogen attack. However, more detailed study of the effect of different biosurfactants on PAL is required so as to shed more light on the protective mechanisms of biosurfactants against plant pathogens and also to aid in the development of pathogen resistant plant varieties (Aswani et al., 2022a).Studying the expression, activation, and involvement of molecules such as quinolones, homoserine lactone, and las R in endophytes would shed more light on the regulation of biosurfactant production in plant-associated microbes and their roles in the biocontrol of plant pathogens and pests as well as in plant disease prevention (Hazarika et al., 2022).

Rhizosphere colonization is affected by root exudates and nutritional status and it was proposed that as observed in the in vitro conditions, rhizosphere conditions can modulate associated bacterial cell physiology toward the secretion of specific compounds over other molecules (Aswani et al., 2022b).The surfactin production is related to quorum sensing processes and along with several transcription factors, also involves two pheromones, ComX and PhrC, that are also involved in the development of competence in the *Bacillus* host (Geissler et al., 2019). Effect of lipoprotein on the host defense mechanisms can, in turn, be varied and can include direct antimicrobial activity, alterations in rhizosphere competence, or affecting host plant immune responses. Hence, like rhamnolipids, lipopeptides can also be perceived by the plant cells as trigger and signal to initiate plant defense mechanisms and path- ways. However, further studies on the specific plant receptors involved, effect, and the role played by neighboring endophytes and other physiochemical factors of the rhizosphere are required to actively employ lipopeptides as biocontrol agents and in understanding the protective role played by some *Bacillus* species in plant disease control. A lot of work has been done and a lot remains to be explored to understand the genetics, synthesis, structure, and regulation of biosurfactant production by many plant-associated bacteria, including Bacillus to optimize biocontrol strategies (Rajan et al., 2022).

Biosurfactants (primarily glycolipids and lipopeptides) have been implicated in an enhanced immunity in host plants as well as an increase in plant defense mechanisms. One aspect of this is the stimulation of induced systemic resistance (ISR) in plants that is mediated through pattern recognition receptors, recognizing molecular signatures (microbe-associated molecular patterns) that are pathogen- specific. Upon induction, specific defense-related genes get activated leading to the accumulation of antimicrobial molecules in plant cells. Mono- and dirhamnolipids secreted by *Pseudomonas aeruginosa* and *Burkholderia plantarii* have been found to be responsible in initiating strong defense responses in the studied host plant, that is grapevine. These responses included Ca21-mediated cell signaling pathways, reactive oxygen species (ROS), and mitogen-activated protein kinase activation (Sani et al., 2023).

These molecules have also been implicated in inducing multiple defense genes in plants against pathogenesis caused by many microbes, including *B. cinerea*. These included some pathogenesis-related protein genes and genes involved in oxylipins and phytoalexins biosynthesis pathways. However, the mechanisms of interaction between biosurfactant and host plant as well as the involvement of other endophytes in this whole process are an area yet to be fully explored. Also of importance is the study of the structure-specific variations in this activity of biosurfactants and specificity, if any, with respect to other plant metabolites and environmental factors (Bhattacharya et al., 2022).

Among all the biosurfactants discovered and reported till date, glycolipids and lipopeptides are the two most prominent classes of biosurfactants that have been extensively studied, not only for other economical applications, but also for their antifungal properties against multiple plant pathogens. In general, the ability to permeate cell wall, create channels, and damage the surface of pathogen has been found to the major modes of action of these antimicrobial agents. This is especially of importance in the current world scenario when an unprecedented use of fertilizers and pesticides in agricultural practices has irreparably damaged many ecosystems and a sustainable approach to farming is critically required. Also, of grave environmental and health concern is the emergence of many pesticide resistance pest varieties that pose further threat to agricultural output and necessitate the need for ecofriendly vector control tools (Jaiswal et al., 2022).

Conclusion

Unsolicited, indiscriminate, and extensive use of chemical fertilizers and pesticides have invariably introduced large amounts of toxic compounds into various ecological

niches thereby posing a threat to human and animal life. Biosurfactants have been established to have competitive antimicrobial activity and also enhance soil properties, thereby promoting enhanced crop yield and improved crop and pasture health. The prominent challenge that limits their extensive application in agriculture is their cost of production. Economizing the application of biosurfactant in routine agricultural practices in various countries across the globe, for pest and pathogen control, would open a new era of sustainable agriculture. The role of biosurfactants as elicitors of systemic resistance opens a promising research area in making of genetically engineered plants that are pest and pathogen resistance. Detailed studies on the presence and distribution of endophytes, their ability to produce biosurfactant, and the nature and function of biosurfactants isolated from endophytes would go a long way in the establishment of biosurfactants as sustainable agents of biocontrol. More information on details of biocontrol mechanisms of biosurfactants will aid in the making of bioformulations containing biosurfactant with more specificity and wider applicability. Extensive studies on biosurfactants from plant-associated endophytes might also lead to discovery and isolation of novel biosurfactant molecules of wider metabolic functions. Also of importance is a detailed study of metabolism of endophytes, controlling pathways and metabolites as well as the effect of environment and other physiological factors on the biosurfactant production ability of endophytic microorganisms and the variation, if any, among different plant varieties and cultivars. This would further help in monitoring and strategizing the role and activity of external biosurfactant applications in agricultural practices, thereby strengthening the productivity and economic profitability of agricultural processes. Nevertheless, biosurfactants, as externally applied agents or as molecules produced by plant- associated endophytes, are safe, cost-effective, efficient, and sustainable biocontrol agents.

Acknowledgements

This research is supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science under National Science Fund, „ Competition for financial support for projects of junior basic researchers and postdocs – 2022“

References

Abdellaziz L., M. Chollet, A. Abderrahmani, M. Béchet, L. Yaici, G. Chataigné, A. A. Arias, V. Leclère, P. Jacques (2018). Lipopeptide Biodiversity in Antifungal *Bacillus* Strains Isolated from Algeria. Archives of Microbiology, 200(8):1205–16.

Aswani R, R. Thomas, E.K. Radhakrishnan (2022a). Induction of plant defense response by endophytic microorganisms. Biocontrol Mechanisms of Endophytic Microorganisms, 89-115

Aswani R., E.K. Radhakrishnan (2022b). Plant disease management through microbiome modulation. Biocontrol Mechanisms of Endophytic Microorganisms, 117-136

Bhattacharya J., R. Nitnavare, S. Ghosh (2022). Microbially synthesized nanoparticles: aspect in plant disease management. Biocontrol Mechanisms of Endophytic Microorganisms, 303-325

Carolin F. CP., P. S. Kumar, T. Ngueagni (2020). A review on new aspects of lipopeptide biosurfactant: Types, production, properties and its application in the bioremediation process. Journal of Hazardous Materials, 407: 124827

Cameotra S.S. , R.S. Makkar (2010). Biosurfactant-enhanced bioremediation of hydrophobic pollutants. Pure and Applied Chemistry. Chimie Pure et Appliquee, 82 (1) : 97-116

Dan F., F. F. Liu, H. Ze Gang, J. F. Liu, S. Z. Yang, R.Q. Ye,B. Z. Mu (2020). A New Member of the Surfactin Family Produced by *Bacillus Subtilis* with Low Toxicity on Erythrocyte. Process Biochemistry, 94:164–71

Drakontis C E. , S. Amin (2020). Biosurfactants: Formulations, properties, and applications. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 48 : 77-90

Geissler M., K. M. Heravi, M. Henkel, R. Hausmann (2019). Lipopeptide Biosurfactants From *Bacillus* Species. Biobased Surfactants, 205-240

Ingle A. P., S. Saxena, M. Moharil, M. Rai, S. Da Silva (2023). Biosurfactants in Nanotechnology: Recent Advances and Applications. Biosurfactants and Sustainability: From Biorefineries Production to Versatile Applications, 173–94.

Jaiswal P., S. Kar, P. S. Chauhan (2022). Novel trends in endophytic applications for plant disease management. Biocontrol Mechanisms of Endophytic Microorganisms, 167-180

Mahesh K.P., R. P. Singh, S. Mishra, Z. Lin, S. Pang, Y. Zhang, P. Bhatt, S. Chen (2021). Biosurfactant is a powerful tool for the bioremediation of heavy metals from contaminated soils. Journal of Hazardous Materials, 418 : 126253

Mahesh K.P., R. P. Singh (2022). Plant growth promoting microbes: Diverse roles for sustainable and ecofriendly agriculture. Energy Nexus, 7: 100133

Leonie A. S., M. C. Silva, I. Jos, B. Durval, K. O. Bezerra, B. G. Ribeiro, I. A. Silva, M. S. Twigg, I. M. Banat (2022). Biosurfactants: Production, properties, applications, trends, and general perspectives. Biochemical Engineering Journal, 181 : 108377

Rajan P., R. Raj,A. Remakanthan (2022). Improved designing and development of endophytic bioformulations for plant diseases. Biocontrol Mechanisms of Endophytic Microorganisms, 137-166

Sani A., W. Qin, J. Li, Y. Liu, L. Zhou, S. Yang, B. Mu (2023). Structural diversity and applications of lipopeptide biosurfactants as biocontrol agents against phytopathogens: A review. Microbiological Research, 287: 127518

Singh P., V. Rale (2022). Applications of microbial biosurfactants in biocontrol management. Biocontrol Mechanisms of Endophytic Microorganisms, 217-237

Tahir A., J. Kang, M. Mansoor, J. Ayub, Z. Naureen, F. Hafeez (2022). Recent trends in characterization of endophytic microorganisms. Biocontrol Mechanisms of Endophytic Microorganisms, 217-237

ЕРРАТОЛОГИЯ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАТИСТИЧЕСКИТЕ МЕТОДИ ПРИ НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ПОЧВОЗНАНИЕТО

Георги Тасев

ССКБ

Резюме

За новите и съществуващи модели, методи и резултати за научни изследвания младите учени, докторанти и специалисти научават главно от публикациите в научните списания, научните трудове на висшите училища и научно изследователските институти, сборниците доклади от научни конференции, симпозиуми и т.н. Познанията им в областта на статистическите методи обикновено са скромни, затова изводите на авторите се примат на доверие, като абсолютни истини. Това не би било така страшно, ако статистическите методи бяха правилно и коректно използвани и анализите прецизно извършени, а резултатите правилно използвани при изработване и вземане на решения.

Без да цитираме от къде са взети неправилно анализираните статистически резултати, кой е авторът и т.н. ще си позволим да посочим в какво се състои същността на допусната грешка, коя е причината за неправилното тълкуване и как трябва да се използва статистическия апарат.

Ключови думи: означение на числените характеристики, въображаеми повторения, ниво на значимост, доверителен интервал, проверка на хипотези, сила на критерия, коефициент на корелация.

ERRATOLOGY WHEN USING STATISTICAL METHODS IN SCIENTIFIC RESEARCH IN SOIL SCIENCE

Georgi Tassev

SSKB

Abstract

Young scientists, doctoral students and specialists learn about new and existing models, methods and results of scientific research mainly from publications in scientific journals, scientific works of higher schools and scientific research institutes, collections of reports from scientific conferences, symposia, etc. Their knowledge in the field of statistical methods is usually modest, therefore the conclusions of the authors are taken on trust, as absolute truths. This would not be so terrible if the statistical methods were correctly and correctly used and the analyzes precisely performed and the results properly used in making and making decisions. Without citing where the mis-analyzed statistical results are taken from, who the author is, etc. we will take the liberty of pointing out what constitutes the essence of an error committed, what is the cause of the misinterpretation, and how the statistical apparatus should be used.

Key words: statistics designations, pseudoreplication, significance level, confidence interval, hypothesis testing, criterion power, correlation coefficient.

Въведение

Ерратология е учение ,свързано с изучаване на различни грешки в някаква дейност. Възниква като раздел на лингвистиката и се разпространява и в други области.

Почти всяка научна публикация в научните списания и сборници с доклади от научни конференции по почвознание е придружена от споменаване, че „...данните са статистически обработени...“. Освен това наличието на статистическа обработка често се възприема като вид толерантност (съгласие) към коректността на изследването. Най-често такава „статистическа обработка“ се свежда до изчисляване на основните числени характеристики от описателната статистика (фиг.1) без допълнително обсъждане на получените резултати. Подобна ситуация се наблюдаваше в миналото в много чуждестранни списания, но след публикации за необходимостта от по-строг редакционен контрол на входящите статии, например статията на Ричард Уебстър (Webster, 2001)[9], ситуацията се промени към по-добро.



Фиг.1.Класификация на числените характеристики на изследваните параметри (сл.величини):ХЦГ-характеристики на центъра на групиране;ХР-характери-стики на разсейване;ХФ-характеристики на формата;СС-средна стойност;Мо-мо-да; Ме-медиана;Д-диспесия;СКО-средноквадратично отклонение;КВ-коефициент на вариация;Р-разсейване;Ка-коефициент на асиметрия;Ке-коефициент на ексцес

Fig. 1. Classification of the numerical characteristics of the studied parameters (s. values): HCG-characteristics of the center of grouping; HP-characteri-stics of scatte-ring; HF-cha-racteristics of the shape; CC-average value; Mo-modes; Me-median; D-dispersion;SKO-meansquared deviation;KV-coefficient of variation; R-dispersion; Ka-coefficient of skewness; Ke-coefficient of kurtosis

Целта на тази работа е да бъдат обсъди неточности, грешки при тълкуване на резултатите от статистическата обработка и анализ на информацията от научните изследвания, често срещани в публика-ции, свързани с почвознание. Проблемите, решава-ни от статистиката в почвознанието, се разделят на две големи групи: оценка на изследваните не известни параметри (характеризиращи състоянието на почвата, нейният хим.състав и т.н.) и проверка на хипотези.

Липса на единен стандарт за означаване на числените характеристики на изследваните параметри

Не ясно и не разбираемо са описани използваните числените характеристики на изследваните параметри или “*Как он дышит, так и пишет....”(* “Както диша, така и пише...”) Б. Окуджав. Несъответствие в означенията на статистическите

характеристики на изследваните параметри на почвата, с едно и също значениене, не е толкова безобидна ситуация. Изглежда, че ако в статията е дадена разшфровка на означенията на числените характеристики на изследвания параметър, тогава не може да има претенции към автора/те/,но употребата на различни означения водят до объркване на понятията, а много често има научни трудове, където не са дадени наименованията на използваните числени характеристики. И така, средно аритметичната стойност, например може да срещнем, че е означена като $\mu, x, M, \bar{X}$ [16,17] Буквите от гръцката азбука в статистиката са запазени за обозначаване на параметрите на генералната съвкупност.[БДС 15887-85 Теория на вероятностите и приложна статистика. Термини, определения и означения]. Характеристиките на генералната съвкупност са по дефиниция постоянни величини. Така,че μ е постоянна стойност и служи за означаване на средна стойност на генералната съвкупност, и е неприемливо да се обозначава извадкова стойност с нея.

Поради факта, че оценката на определена статистическа характеристика винаги се определя от извадка, това е случайна стойност, чиито стойности варират от извадка до извадка. Буквата X е запазена за обозначаване на примерната случайна променлива. Означаването на средно аритметичното с буквата M е остаряло и не фигурира в стандарта БДС 15887-85.

Същото може да се каже и за характеристиките на разсейване, а именно: дисперсия и стандартно квадратичното отклонение. Означенията σ^2 и σ са характеристики на генералната съвкупност и са константи, а техните оценки трябва да се означават с s^2 и s (Таблица 1)

Генерална съвкупност		**Извадкова съвкупност**	
Числена характеристика	***Означение***	*Числена характеристика*	*Означение*
Средна стойност	μ	Оценка на средната стойност	$\bar{X}$
Дисперсия	σ^2	Оценка на дисперсията	S^2
Средно квадратично отклонение	σ	Оценка на средноквадратичното отклонение	S
Размах	**R**	Оценка на размаха	r

Таблица 1. Означения на основните числени характеристики на генералната и извадковата съвкупност. Table 1. Designations of the main numerical characteristics of the general and sample population

2. Описание на методиката на експеримента

Често се срещат работи, които пестеливо описват експерименталната методика, което затруднява обобщаването на резултатите или само споменават,че изследването е проведено по разработена методика. Има научни трудове, където е дадена методика за провеждане на експериментални изследвания в почвознанието, като се обръща внимание върху следните елменти на тази методика. Броят на повторенията, методът на поставяне на местата за вземане на проби, естеството на взетата проба (индивидуална или смесена), нейният обем и форма могат

значително да повлияят на крайните заключения. Така например думите „...повторение е три пъти“ могат да означават:

1) три кратно определяне на изследвания химически елемент от една индивидуална проба;

2) три кратно определяне на един и същ показател от смесена проба, съставена от три индивидуални проби;

3) едно кратно определяне във всяка от три отделни проби, взети от един почвен хоризонт в един участък;

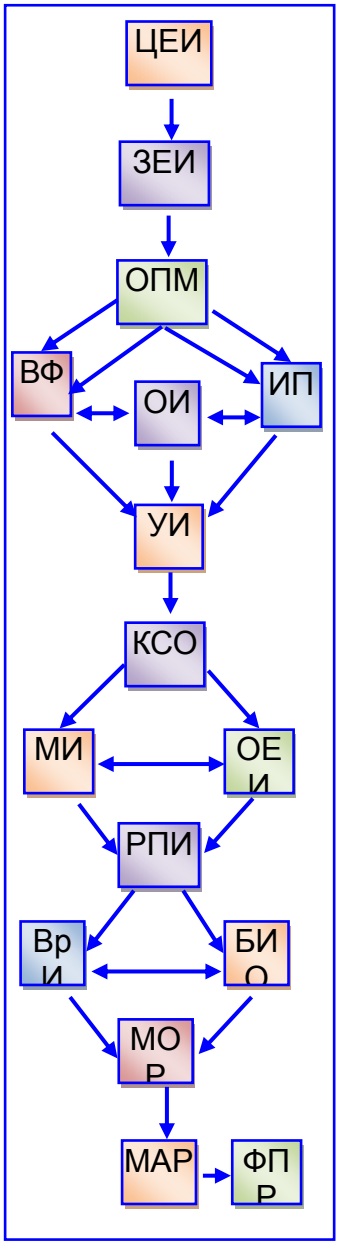
4) еднократно определяне във всяка от три проби, избрани в един почвен хоризонт от три участъка, разположени в изследваната площ.

Очевидно е, че резултатите от определянията в описаните случаи се отнасят до различни обекти на изследване. В **първия случай** се характеризира неравномерността на стойностите поради аналитични грешки, в **третия** се характеризира общата неравномерност на стойностите в рамките на опитния участък и аналитичната грешка, в **последния случай** общата аналитична грешка и пространствената разнородност на територията. **Вторият** случай е по-сложен, тъй като аналитичните и пространствените грешки също се наслагват от грешката, дължаща се на смесване. Ако не е посочено как точно е извършен експериментът, тогава не е ясно какво са имали предвид авторите, когато съобщават за трикратно повторение.

За да не възникват такива не ясноти е необходимо да се разработи методика за експериментално изследване[13,15,20], където да се даде взаимовръзката между елементите й и тяхното съдържание (фиг.2), така че ако някой иска да повтори този експеримент да получи аналогични резултати с несъществена статистическа грешка на определяните числени характеристики на изследвания параметър.

3. Въображаеми(мними) повторения

Проблемът с псевдо повторенията, широко се дискутира в биологичната литература.Това е проблем за определяне на популацията за изследване. Извън чисто математическите конструкции общата популация в почвознанието може да бъде представена като обект, за който се прави заключение въз основа на един или друг метод за изследване и определяне на неговите характеристики, физични, химични или други свойства. Този обект трябва да има ясни граници, които го отделят от подобни други обекти.



Фиг.2.Методика за експеримен-тално изслед-ване: *ЦЕИ–цел на експерименталното изследване; ЗЕИ–задачи на експерименталното изследване; ОПМ–общи положения на методиката; ВФ–входни фактори;ИП– изходни параметри; ОИ–обект на изследване;УИ –условия на изследване; КСО–критерии за състояние на обекта;МИ–методи за измерване;ОЕИ – оборудване и екипировка за измерване; РПИ–ред за провеждане на изследването; ВрИ–време за изсле-дване; БИО–брой на изследваните обекти; МОР–методи за обработ-ка на резултатите; МАР–методи за анализ на резултатите; ФПР–форма на представяне на резултатите от изследването*

Fig. 2. Methodology for experimental research: CEI – purpose of the experimental research; ZEI – tasks of experimental research; OPM – general conditions of the methodology; VF – input factors; IP – output parameters; OI – research object; UI – research conditions; KSO – criteria for the condition of the object; MI – methods of measurement; OEI – equipment and equipment for measurement; RPI – order of carrying out the research; VRI – time for research; BIO – number of investigated sites; MOR – methods for processing the results; MAP – methods for analysis of results; FPR – form of presentation of research results

Методът на изпитване и методът за определяне на показателите поне не трябва да се различават твърде много, например размерите на пробите трябва да са приблизително еднакви, свойствата трябва да се определят по един метод, желателно е да има качествен контрол на определения и др. На Фиг.3 е показана диаграма, обясняваща понятието „мними повторения”.

При изучаване на обекти на схема А ще представлява въображаеми повторения,но схема Б - не. Например, ако характеристиките на определена класификационна почвена единица, например тип почва, означават подобни почвени профили, разпределени върху площ от стотици или хиляди km^2, тогава е ясно, че комбинацията от условия на почвообразуване в специфични точките ще доведат до образуването на няколко различни почвени профила и колкото по-далеч са тези профили един от друг, толкова по-големи са вероятнотите разлики, при условие че например пробите са взети по един и същи начин и анализът е извършен по същата методология. Следователно, ако около един почвен участък са направени 10 разреза (изкопи) и е посочено, че свойствата на почвата са измерени за определен тип почва с 10 повторение и този тип почва има такава променливост, тогава такова твърдение попада под дефиниция на въображаеми повторения, тъй като на големи разстояния свойствата на даден почвен обект, диагностициран като определен тип почва, могат да варират значително.

Разширяването на резултатите, получени в малка площ, до цялата площ на типа почва е проблематично. Като цяло, колкото по-голяма е площта, покрита от резултатите от точковото вземане на проби, толкова по-голяма е вероятността от отклонение от истинската стойност за всички статистически характеристики.

4. Необходими описателни статистически характеристики

Като статистически характеристики в научните статии и доклади обикновено се представят средната аритметична стойност и една от характеристики на разсейване: стандартно квадратично отклонение, грешка на средната стойност, коефициент на вариация или дисперсия. Добавянето на информация в публикации за минималните и максималните стойности на изследвания параметър, както и за оценките на медианата и квартилите (Таблица 2), може значително да увеличи информацията за резултатите от експеримента и ще се улесни ползата от използването им при обобщаване и анализ на данни от проведеното експериментално изследване[16,17].

5. Доверителен интервал на средната стойност

Резултатите от анализите на почвени обекти често се публикуват във вида:

$\bar{X} \pm s$, (1)

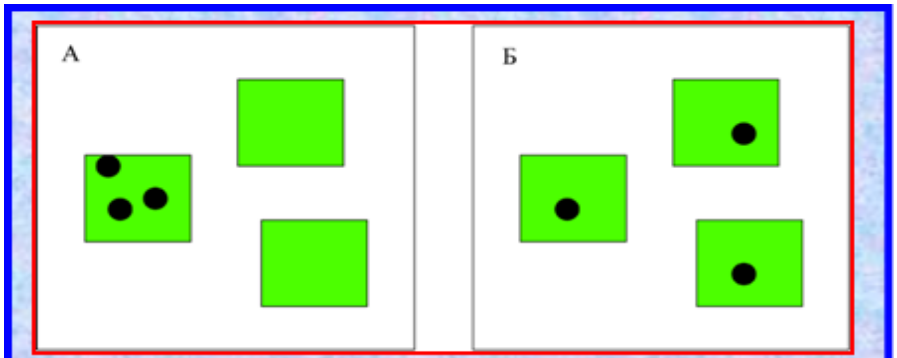
където: $\bar{X}$ е оценката на средната стойност;

s –оценката на средноквадратичното отклонение на измервания параметър.

В зависимост от експерименталния план, стойността на s (стандартно отклонение) може да характеризира различни величини, но това почти винаги се премълчава. Освен това, често s се отнася до грешката на средната стойност $S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$, което е по-малко от стандартното отклонение в извадката $\sqrt{n}$ пъти, където n е обемът на извадката. Колкото по-голямо е повторението n, толкова по-малка е грешката на средната стойност и толкова по-точен е получения резултат при експерименталното изследване. Все пак трябва да се има предвид, че точността на оценката се отнася до даден (фиксиран) метод на вземане на проби, в зависимост от n. В случай на нормално разпределение, вероятността да се намери средната стойност в интервала (1) е приблизително 67%, т.е. около една трета от възможната променливост на средната стойност е извън интервала и това се забравя. Изчисляването на доверителния интервал за средната стойност се извършва по формулата [16,17]:

$\bar{X} \pm t_{\alpha,v}.S_{\bar{x}}$, (2)

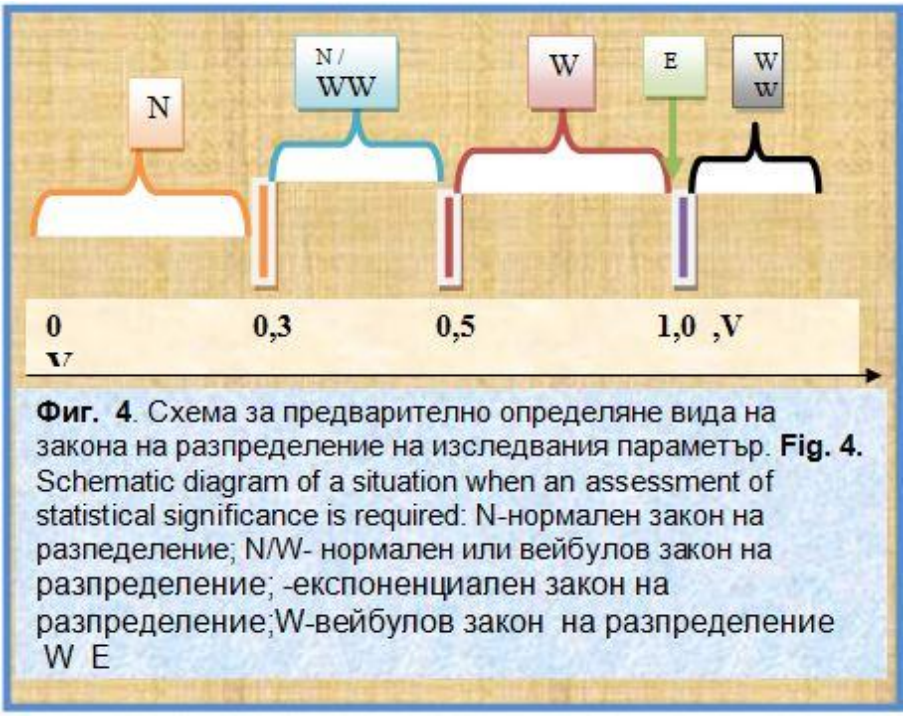
с използването на t-критерия на Стюдент при различни нива на значимост на разширяване обхвата на възможните стойности на средната стойност, но е оправдано само ако параметърът има **нормално разпределение** (или не се различава твърде много от нормалното). В много научни трудове по почвознание не се определя вида на закона на разпределение на изследвания параметър, но се прилага критерия на Стюдент. Това е грешка, тъй като по време на изчислението може да получим абсурдни резултати, например отрицателни стойности на долната граница на характеристиката. Затова е необходимо да се определи видът на закона на разпределние, като се използва схемата на фиг.4 [16,17,13] и тогава да се вземе решение дали да се използва формула 2.



Фиг.3.Илюстрация за обясняване на термина "мними повторения". Малките черни кръгове са елементите на пробите (точки за вземане на проби,разрези и т.н.), малките квадрати – неднородностите на 1-во ниво, големите квадрат – неднородностите на 2-ро ниво. Относно неднородността на 2-то ниво на схемата А е представено с мними повторения,а на схема Б-та липсват.**Fig. 3.** Illustration for understanding the term "pseudoreplication". Small cir- cles represent sampling elements (sampling points, soil profiles, etc.), small squares represent heterogeneities of the 1st level, large squares represent heter- ogeneities of the 2nd level. Concerning the heterogeneities of the 2nd level, pseudoreplication is presented in scheme A, and they are absent in scheme Б.

Числени характеристики	Означение
Обем на извадката	*n*
Оценка на средната стойност	$\bar{X}$
Оценка на средноквадратичното отклонение	*s*
Оценка на минималната стойност	*min*
Оценка на долния квартил	Q_{25}
Оценка на медианата	*Med* или Q_{50}
Оценка на горния квартил	Q_{75}
Оценка на максималната стойност	*max*

Таблица 2. *Препоръчителни статистики при описване на резултатите от почвените експерименти и техните означения* ***Table 2.*** Recommended *statistic approaches for describing the results of soil experiments and their designation*



Фиг. 4. Схема за предварително определяне вида на закона на разпределение на изследвания параметър. **Fig. 4.** Schematic diagram of a situation when an assessment of statistical significance is required: N-нормален закон на разпеделение; N/W- нормален или вейбулов закон на разпределение; -експоненциален закон на разпределение;W-вейбулов закон на разпределение
W E

Важно значение при изчисление на доверителния интервал има доверителна вероятност *P* или свързаното с доверителната вероятност ниво на значимост *α= 1 – P. Колкото по-малко е нивото на значимост* α*, толкова по –широк е доверителният интервал*, толкова по-малка е вероятността да „пропуснете" важни стойности. Обаче при малък брой повторения доверителният интервал ще бъде още по-широк. Увеличаване на α *стеснява* интервала, но увеличава возможността за неправилно решение. В стндартите по статистика и научната литература се препоръчва 95% доверителен интервал.

Доверителният интервал на оценката на средната стойност на измервания праметър при научни изследвания в почвознанието при закона на разпределение на Вейбул се определяпо формулите[18,16,17]:

$\bar{t}_q = (\bar{t}\text{-c})\sqrt[b]{r_3} + c$; $\bar{t}_g = (\bar{t}\text{-c})\sqrt[b]{r_1} + c$,

където b е параметърът на формата на закона на Вейбул; с-параметърът,който характеризира положението на кривата на разпределението и не оказва влияниена нейната форма; r_1 и r_3 са коефициенти и r_1 ; $r_3=f(n,\alpha)$, чиито стойности се вземат от [18].

При с=0 $\bar{t}_q = \bar{t}.\sqrt[b]{r_3}$; $\bar{t}_g = \bar{t}.\sqrt[b]{r_1}$.

6. Нормалност на разпределението

Нормалността (подчинение на разпределението на случайна величина на нормалния закон) от генералната съвкупност, от която се извлича извадката, характеризираща обекта, е необходимо условие за повечето статистически методи за тяхната приложимост. Прост признак, че извадковите данни са извлечени от нормална съвкупност данни, е коефициентът на вариация. Ако определеният коефициент на вариация (за свойства, приемащи положителни стойности) $V = \frac{S}{\bar{x}}.100$ % надвишава 70% (0,7 по фиг.4 е в диапазона на разпределение на Вейбул), тогава най-вероятно разпределението се различава от нормалното, т.е. то е вейбулово разпределение. По-строги насоки предполагат разпределението да се счита за различно от нормалното, ако коефициентът на вариация е повече от 35% (0,35 по фиг.4 разпределението е между нормално и вейбулово разпределение). За да се провери хипотезата за вида на разпространението, е необходим достатъчно голям брой повторения. Така, в съответствие с ISO 5725-6-2002, ако броят на повторенията е по-малък от 15, тогава не се извършват проверки и разпределението се приема за нормално, въпреки че в съответствие с предишната препоръка, за извадки с коефициент на вариация над 70%, все пак би си струвало поне да отхвърлите най-силно „различаващите се" стойности, като ги проверите за груби грешки по критерия на Ирвин [18]. Хипотезата за нормалност на разпределението може да се провери с помощта на различни критерии, някои от които са дадени в таблица 2, но само малка част се използва в почвознанието. Успехът на прилагането на критерия зависи не само от истинността на нулевата хипотеза (разпределението не противоречи на нормалното), но и от други причини - от обема на извадката и от алтернативата на обекти, за които проверяваме хипотезата. По този начин статията (Lemeshko, Rogozhnikov, 2012)[9-11] показва, че критерият на Шапиро-Уилк (Shapiro-Wilk)[10] работи най-добре за логаритмично нормалния закон, а критерият на Шпигелхалтер (Spiegelhalter)[12] работи най-добре за логаритмично нормален закон. В книгата [5] е предложена таблица с критерии във връзка с асиметрията и ексцеса на алтернативните съвкупности, спрямо които са най-добри за използване в почвознанието.

В работата [7] също така е дадено, че за редица надеждни (достоверни) експериментални данни почти всички приложени критерии не отхвърлят хипотезата за нормално разпределение на грешките, но „... от друга страна, очевидно е, че за да се опишат грешките на измерване в тези експерименти е възможно да се изберат други параметрични модели на закони, които са не по-малко съвместими с резултатите от измерването“, илюстрирайки, защо може да има две различни статистически разпределения, показани на фигура 5. При такава близост на кривите нито един от критериите не може да ги разграничи.

За да се използва разпределение, което се подчинява на един или друг закон като теоретичен модел, трябва да има основателни причини. В противен случай може да се открие, че извадковите разпределения могат да бъдат апроксимирани по различни закони.

В научните изследвания в областта на почвознанието най-често се използват Критерия на Пирсон и Критерия на Колмогоров-Смирнов.

А) При прилагане на критерия на Пирсон χ^2 (ХИ-квадрат) за определяне вида на разпределението се допускат неточности, които се изразяват в следното:

а) прилага се критерия на Пирсон без да се проверява дали са изпълнени условията: $\nu_j \geq 5; m_j = 4,$ където ν_j е опитната честота на j- тия клас на групиране на случайната величина;m_j –броят на класовете на групиране;

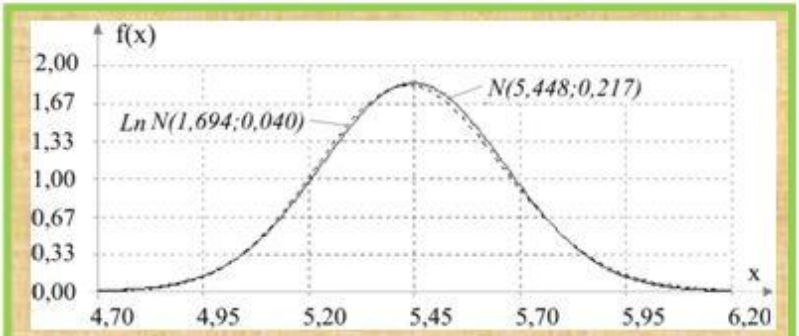
б) степените на свобода се определят по формулата $k = m - s - l$ вместо по $k = m - \Delta - s - l$, където Δ е броят на присъединените класове на групиране при коригиране на статистическия ред; s –броят на параметрите на закона на разпределение (а, в)[16,17].

в) при определяне на степените на свобода k неправилно в s се включва и параметъра на изместване (с) на плътнастта на разпределението, а трябва да се включат само параметрите (а,в).Следователно за най-често използваните разпределения s ще бъде: за нормален и вейбулов закон на разпределение s=2, а за експонециален закон на разпределение s=1;

г) когато се взема решение за вида на закона на разпределение се казва,че нулевата хипотеза се „приема”. Правилно е , че нулевата хипотеза „не се отхвърля” или „ се отхвърля”. **Важно**: Критериите в статистиката са категорични по отношение на отхвърлянето и никога не са категорични по „приемането”, затова се казва „не се отхвърля”.Тази грешка се среща и в някои учебници по приложение на статистическите методи в научните изследвания, в научните трудове на учените, но най-често в докторските дисертации.

1	Критерий на Шапиро-Уилк*	11	Критерий на асиметрия и ексцес*
2	Критерий на Дарби	12	Критерий на Д'Агостино
3	Критерий наВасичек	13	Критерии на Деивид-Хартли-Пирсон
4	Критерий хи-квадрат*	14	Критерии наАндерсон-Дарлин
5	Критерий на Филибен	15	Критерий наКолмогоров-Смирнов*
6	Критерии на Мартинс-Иглевич	16	Критерий наЛин-Мудхолкар
7	Критерий на Шпигелхалтер	17	Критерий на Саркади
8	Критерии на Смирнов-Крамер-фон Мизес	18	Критерий на Лока-Спуре
9	Критерий на Оя	19	Критерий на Хегаз-Грин
10	Критерий на Муроти-Такеучи		

Таблица 2. Критерии за проверка на хипотезата за нормано распределение;
Table 2. Criteria for testing the normal distribution hypothesis
Забележка : Критериите със звезда (*) са най-често използвани.



Фиг.5. Иллюстрация близости нормального (N) и логарифмически нормального (Ln N) распределений
Fig. 5. Illustration of the proximity of normal (N) and logarithmically normal (Ln N) distributions

Ако нулевата хипотеза H_0 не се отхвърля, това не означава, че тя е доказана, а че хипотезата е не опровергана, т.е. че за известно време тази хипотеза може да се приеме като работна и че получаването на по-пълни данни може в бъдеще да доведе до изменение на хипотеза или дори до отхвърлянето й.

д) Не са редки случаите когато при избиране на равнището на значимост α се вземат неподходящи стойности.

Равнището на значимост α не трябва да се избира много ниско, тъй като - чувствителността на критерия хи-квадрат се губи и може да не отхвърлим нулевата хипотеза H_0, при лошо съответствие на теоретичния закон с емпиричното разпределение. Обратно, завишените стойности на α, водят до повишаване на изискванията към опитните данни и може да отхвърлим хипотезата при допустимо съответствие. Затова, обикновено, равнището на значимост се приема 0,1 (10 %); 0,05 (5 %)[16,17].

Б)Неправилно се използва критерия на Колмогоров –Смирнов (λ) за определя на вида на закона на разпределение на изследвания параметър в почвознанието. **Грешката се състои в следното:**

а) ***погрешно е да се групират данните преди използването на критериите λ , защото той е за не групирани данни;***

б) не правилно е да се използва критерия λ за проверка принадлежността на функцията на разпределение на наблюдаваната случайна величина към параметричните семейства, например към семейството на нормалното или други разпределения.

в)Неизвестните параметри се оценяват по параметрите, получени от извадката, а трябва да се оценяват по параметрите на генералната съвкупност[16,17].

Следователно, за проверка на вида на закона на разпределение се използва най-често критерия на Пирсон, но за практически нужди може да се използва и критерият на Романовски:

$R=|\chi^2 - k|/\sqrt{2k}$, където k са степените на свобода.

Ако $R \geq 3$, проверяваната хипотеза се отхвърля, и обратно, ако R<3- не се отхвърля.

8. Критерии за определяне на статистическата значимост на резултатите от изследване

Много често при използване на различни технологии за отглеждане на растенията в растениевъдството, при провеждане на полеви опити за сравняване на различни сортове културни растения или за избор на ефективни препарати за борба с плевели и вредители, при изследване на ефективността на методи и подходи в почвознанието се налага да се оцени статистическата значимост на получените резултати,т.е. различията на изследваните параметри статистически значими ли са или не? [16,17].

В научните трудове по почвознание много често сравнението на изследваните параметри между две или повече извадки се прави само по оценката на средната стойност($\bar{X}$), а това е недостатъчно и трябва да се използват оценките на средната стойност и средноквадратичното отклонение, тъй като последната характеризира разсейването на параметрите и статистическата значимост на разликата зависи от площта на препокриване (общата площ)на двете разпределения (фиг.6).

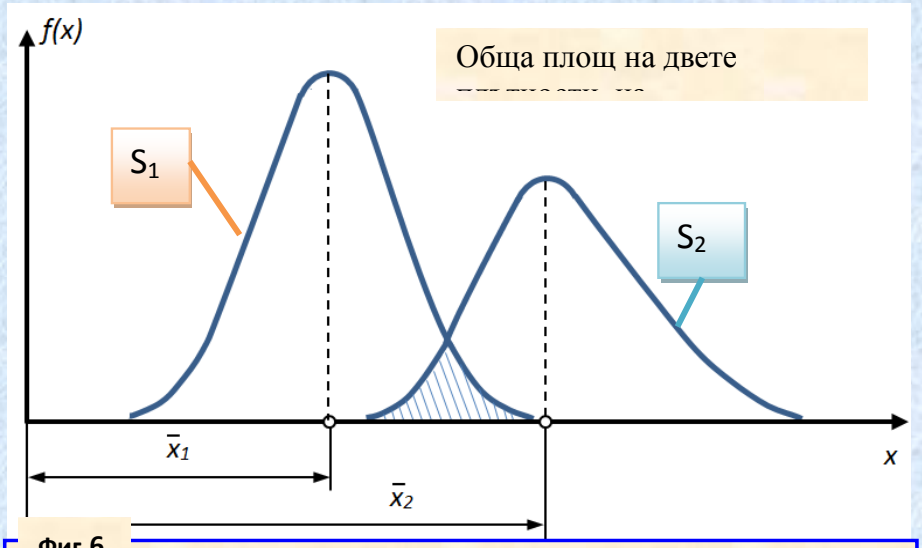
За аргументиран отговор и доказване на статистическите различия или неразличия на резултатите се използват две групи критерии: параметрични и непараметрични.

От групата на параметричните критерии най-често се използва t-критерият на Стюдент за сравняване на статистическата значимост между две или повече извадки с еднакъв ($n_1 = n_2 = n_3 = \cdots = n_m$) или различен обем

($n_1 \neq n_2 \neq n_3 \neq \cdots \neq n_m$)на извадките.

Грешките ,които се допускат при прилагане на критерия на Стюдент най-често се изразяват в следното:

А) критерият е за сравняване на големи извадки (n>30), нормално разпределени или близки до нормален (гаусов) закон на разпределение;

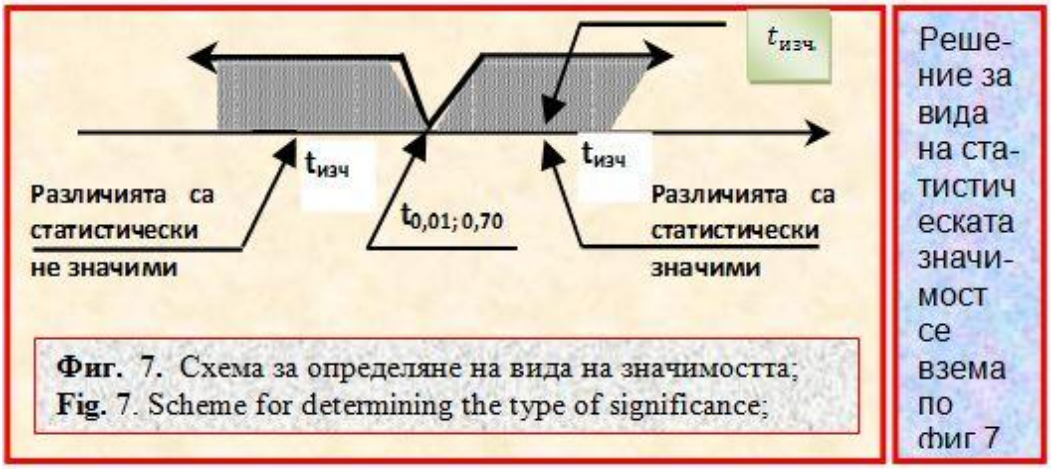


Фиг.6 *Принципна схема на ситуация когато се налага оценка на статистическата значимост.* Fig. 5. Schematic diagram of a situation when an assessment of statistical significance is required

Б)зависимостта за определяне на изчислената стойност на критерия е различна за извадки с еднакъв обем на извадките и за извадки с различен обем на извадката.

Тази грешка се среща най-често и се използва само зависимостта за еднакъв обем на извадкатите и при условие,че обемът е различен.
В)не правилно се използва формулата за определяне на степените на свобода, а те са следните : за еднакви по обем извадки-ν=2(n-1), където n е обемът на всяка от извадките;за различен обем на извадките-ν = n_1 +n_2 -2, където n_1 и n_2е съответно обемът на едната и другата извадка; за сравняване на повече от две групи с еднакъв обем на извадките (**n_1=n_2=n_3 …= n_m**) степените на свобода се определят по зависимостта ν =m(n-1) , където m е броят на групите, които се сравняват;за повече от две извадки с различен обем ($n_1 \neq n_2 \neq n_3 \neq \cdots \neq n_m$) степените на свобода се определят по формулата ν $= n_1 + n_2$-2 и сравнението се извършва ,като се сравняват групите две по две.
Г) не винаги се отчита поправката на Бонферон при сравняване на повече от две извадки.Поправката на Бонферон е $\frac{\propto'}{k}$, където k е броят на сравняваните извадки;$\propto'$ -вероятността поне един път да сбъркаме при вземане решение за статистическо различие между сравняваните извадки[16,17].

Преди прилагане на този критерия за сравняване на статистическите различия между средните стойности на изследвания параметър,за проверка на вида на закона на разпределение може да използваме фиг. 4 или да се позовем на априорна информация, т.е. на научни работи, където има информация, че е изследвано и установено, че оценките на този параметър се разпределят по нормален закон.
Ако обемът на извадките е малък и не може да приложим критерия на Стюдент използваме непараметричния критерий на Ман-Утни. При него се допуска следната грешка: неправилно се определя рангът на две или повече еднакви стойности на параметъра в статистическия ред. Ако имаме две случайни величини с еднаква стойност, то рангът ще бъде (N_1 +N_2)/ 2, т.е. две стойности ще имат един и същ ранг; аналогично за три и повече еднакви случайни величини в статистическите редове на сравняваните извадки.



Фиг. 7. Схема за определяне на вида на значимостта;
Fig. 7. Scheme for determining the type of significance;

7. Коефициент на корелация на Пирсон

Коефициентът на корелация на Пирсон (Pearson) е един от най-използваните показатели за оценка на силата на връзката между два параметъра (признака). **Въпреки това често се забравя и се греши, че**

1) коефициентът на корелация на Пиърсон оценява степента на линейна връзка между нормално разпределени популации и 2) оценката на значимостта на „силата“ на връзката зависи не само от стойността на коефициента на корелация, но

и също и от броя на повторенията (n), за които е изчислен този коефициент. Без да се посочва броят на повторенията, ако има твърдение, например, че „има тясна връзка между параметрите“, ако коефициентът на корелация е равен на R = 0,8, е безсмислен, тъй като при n < 7 и $\propto$ = 0,05 такъв коефициент е незначително различен от нула.

Най-широко използваният коефициент за праволинейна зависимост е коефициентът на корелация на Пиърсон , в който две променливи са **линейно свързани** или зависими една от друга и се бележи коефициентът на корелация с R, който има стойност от (-1) до 1. Когато R=0, няма линейна връзка между променливите, т.е няма никаква корелация. Когато R=1 или R=-1, имаме функционална линейна връзка между двете променливи. Това означава, че диаграмата в тези случаи ще бъде права линия. Знакът пред R показва посоката на зависимостта между двете променливи. Когато R е с положителен знак има права зависимост между двете променливи,т.е.при нарастване на X, нараства и Y и обратно, когато знакът е отрицателен, има обратна зависимост,т.е. с нарастване на X, намалява Y[1-3].

Ситуациите, показани на фиг.8 [16,17], при R = 0 затруднява изследователите. Една част от тях се отказват от използването на регресионния анализ и пишат, че не съществува връзка между изследваните величини. Истината е, че връзка между x и y съществува, но тя не е линейна. И нито един коефициент на корелация не може да улови зависимостта, ако кривата има формата дадена на фиг.8 при R=0. Затова е най-добре преди да изчисляваме R да нанесем стойностите на y в зависимост от x и да очертаем графиката и ако формата е от някои от посочените видове, е безсмислено да определяме R, а трябва да потърсим други методи за обработка и анализ.

Друга група изследователи не се съобразяват с вида на графичната зависимост и намират коефициента на Пирсън и правят заключение, че няма взаимовръзка между X и У, което е пълна безсмислица, тъй като това се вижда от графичната зависимост.

Известно е, че R е по-лесен за работа, когато е повдигнат на квадрат. Така може да се представи зависимостта между двете променливи като процент от вариации между тях. Тогава говорим за коефициент на детерминация. Коефициентът на детерминация се нарича още коефициент на определеност и показва какъв процент от промените в едната променлива ще доведат до промени в другата променлива. Коефициентът на корелация и коефициентът на неопределеност се допълват до единица.

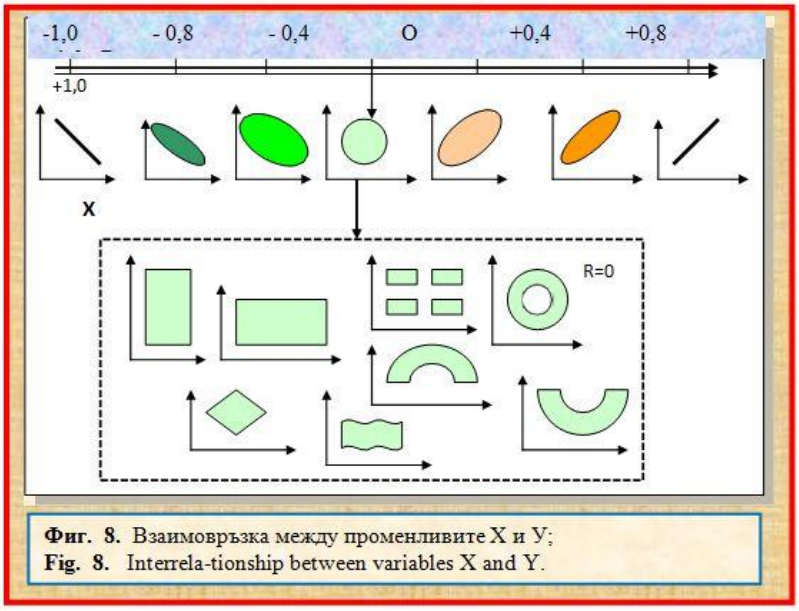
Тази втора група изследователи продължават и определят и коефициента на неопределеност, който не им носи никаква информация.

В заключение, дадените примери на грешка не изчерпват многообразието от неточности, но изразяват най-съществените и е направен опит да се дадат препоръки как да се избегнат.

Заключение

Кои са основните причини за появяване и живот на такива грешки?

♦Авторите на публикациите и членовете на редколегиите нямат необходимата подготовка по теория на вероятности и математическа статистика, което не им позволява да осъзнаят грешните изводи, които са направили, използвайки статистическите методи и критерии.



Фиг. 8. Взаимовръзка между променливите X и У;
Fig. 8. Interrela-tionship between variables X and Y.

♦ Не са редки случаите когато целта на публикацията е не стремежа ученият да обнародва, легализира надежден, достоверен резултат от изследването си, а самият факт бърза публикация, дори с не надеждни изводи, като доказателство за „научността”на резултатите от изследването.

♦Ограниченост на достъпа на широка читателска аудитория до публикациите, съдържащи грешни изводи. Това е свързано с ограничения тираж на периодиката, а така също достъпа до дисертации.

♦Читателите нямат достъп до изходните данни на автора на публикациите. Авторите знаят, че всеки читател, който се съмнява в истинността на авторските изводи, няма възможност незабавно (или след известно време) да получи тези данни и самостоятелно да провери тези изводи на автора. В американските и английски списания по медицина, биология и др. научни специалности при обсъждане на резултатите се изискват, в електронен вариант, изходните данни въз основа на които са изградени представените изводи и претенциите за приноси в научната област, което позволява всеки рецензент или член на редакционната колегия сам да се убеди в коректността и реалността на направените изводи. Не са редки случаите, когато се получават качествено нови изводи.

♦В някои редакционни колегии на списанията, основно медицински, има специалисти по математическа статистика и той заедно със специалиста по проблематиката в научната работа проверява само правилността на прилагане на статистическия метод или критерии.

♦ Много редакционни колеги нямат желание на страниците на техните списания да се дискутират и коментират грешки на авторите.Всяка от описаните причини може да бъде обект на въздействие, но поради сложността на взаимодействията на

изброените причини и тяхната, предимно социална природа,която е в основата й, остава да се надяваме на добросъвестността на отделния учен, т.е. на това, че в историята на науката остават публикувани тези грешки, а стремежът трябва да бъде към ефективност на проведените изследвания и достоверни научни изводи.

Неизбежни ли са грешките при използване на статистическите методи в научните изследвания?

Както е известно, не греши само този, които нищо не прави. Грешки има на всякъде, било то в науката, техниката или политиката. Очевидно, че един от най-разумните пътища за намаляване на броя на подобни грешки трябва да бъде етапът на статистическия анализ на данните от изследването да се извърши с професионалист в дадената област, т.е. със статистик.

На последната страница на книгата „Теория на експеримента”- В. Налимов пише: „Защо така често езикът на статистиката се използва толкова вулгарно?...Цялата работа е в това, че езика на математическата статистика още не е станал роден език на експериментатора. Експериментаторът го използва толкова трудно и неточно, както всеки от нас използва чужд език, който не знае добре... Ние разбира се сме далече от мисълта, че всеки експериментатор може да стане и специалист по математическа статистика. В бъдеще, по всяка вероятност, е необходимо да се създават двустепенни системи за организация на научните изследвания. Експериментатор, който е специалист и експерт в идейната страна на теорията на експеримента, трябва да има възможност постоянно да си взаимодейства с консултант-статистик. Именно такъв между дисциплинарен съюз в бъдеще ще позволи на читателите на статии или дисертации не само да четат текста, но и адекватно да го разбират и творчески да го използват.”

❖

Изброените грешки и неточности в никакъв случай не изчерпват всички възможни недостатъци в прилагането на статистиката в почвознанието. По този начин въпросите за изчисляване на необходимите повторения за обосноваване на определени заключения, въпросите на планирането на експеримента, за да се избегнат въображаеми повторения, въпросите на многократното сравнение на средните стойности и валидността на използването на непараметрични оценки и друго. Всяка от тези теми изисква отделно подробно обсъждане. Въпреки това, ако авторите на статиите и рецензентите обърнат внимание на обсъжданите въпроси, качеството на публикациите в местните списания трябва да се подобри и интерпретациите на резултатите ще бъдат по-оправдани.

В заключение, при провеждане на научни изследвания в областта на медицината, биологията, земеделието, техниката и други области на научни изследвания, особено младите учени, е необходимо:

- Много добре да си изяснят същността на изследвания процес или явление и след това да пристъпят към създаване на математически модел за представяне (описание) и анализ.
- За същността и възможностите на математическия апарат за анализ на резултатите и вземане на решение е по-добре да се запознаете от специализираната литература по статистически методи за изследване, а не от публикации, където са използвани тези методи, тъй като има вероятност да

попаднете на неправилно използване на даден метод. Не случайно в специализираните медицински издания на САЩ, Великобритания, Франция, Германия, Япония, Русия и други страни в редколегиите има специалисти по статистически методи и те рецензират постъпилите научни работи по отношение на приложението на статистическите методи за изследване.

- От правилното използване на даден статистически метод зависи правилното изработване и вземане на управленското решение или решение за продължаване на научните изследвания в дадено направление, т.е. резултатът от научното изследване е в пряка връзка от правилно използвания математически апарат за анализ.

Литература

1.Благовещенский Ю.Н. Тайны корреляционных связей в статистике. М., 2009.
2.ISO 5725-6-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений, М., 2009. 58 с.
3.ISO 50779.10-2000.Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения, М.,2005. 46 с.
4.Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.q 1995. 320 с.
5.Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М., 2012. 816 с.
6.Козлов М.В. Мнимые повторности (pseudore plication) в экологических исследованиях: проблема, не замеченная российскими учеными // Журнал общей биологии. 2003. Т. 64. № 4. с. 292–307.
7.Лемешко Б.Ю., Рогожников А.П. О нормальности погрешностей измерений в классических экспериментах и мощности критериев, применяемых для проверки отклонения от нормального закона // Метрология. 2012. № 5. с. 3–26.
8.Кондрашкина М.И. Влияние размера и формы образца на информацию о почвенном объекте: Автореферат д.б.н. М., 1991. 24 с.
9.Hurlbert S.H. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments // Ecological Monographs. Vol. 54 (2). 1984. pp. 187–211.
10.Gurevitch J., Hedges L.V. Meta-analysis. Combining the results of independent experiments // Design and analysis of ecological experiments / Schneider SM, Gurevitch J (eds). Oxford University Press. Oxford. USA. 2001. pp. 347–369.
11.Oldfield E.E., Bradford M.A., Wood S.A. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields // Soil. Vol. 5. Iss. 1. 2019. pp. 15–32.
12.Webster R. Statistics to support soil research and their presentation // European Journal of Soil Science. 2001. Vol. 52. pp. 331–340.
13.Тасев Г. и др.Методични основи на методологията на научните изследвания, ISBN 978-619-239-734-0, С.,2022,697с.
14.Тасев Г.,М.Михов,Св.Маджов Теоретични основи на надеждността, ISBN 978-619-239-565-0, С.,2021,553 с.
15.Тасев Г. и др.Основи на научните изследвания в растениевъдството.-ISBN 978-619-239-735-7, С.,2022,480 с.
16.Тасев .Г. и др. Статистически методи за анализ на експерименталните резултати от научните изследвания в земеделието и горите.ISBN 978-619-239-741-8, С.,2022,639 с.
17.Тасев г.,С.Ковачева,Н.Панчев Ератология или как да се избегнат най-неприятните грешки при използване на статистическите методи в научните изследвания,С.,2010
18.Тасев Г.,Н.Панчев Математически методи и модели,С.,2017.

19.Тасев Г. идр. Приложение на статистическите методи в системите за управление на качеството.-Шумен,2007.
20.Ангелова П.,Г.Тасев Основи на научните изследвания в агрономията,ISBN 978-619-239-745-6, С.,2022,477 с.
21.Тасев Г.Методика за експериментално изследване в земеделието и грешки при анализа на резултатите.-Сб. Доклади „Десет години световен ден на почвите и движение за тяхната защита и опазване”.-С.,2023,с.186-201.

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ

(РЕЗЮМЕ)

ORAL REPORTS

(ABSTRACT)

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

(РЕЗЮМЕ)

СУПРЕСИВЕН ЕФЕКТ НА ПОЧВАТА КЪМ РИЗОКТОНИЙНО КОРЕНОВО ГНИЕНЕ, ИНДУЦИРАН ЧРЕЗ ИМИТИРАНА МОНОКУЛТУРА НА ПШЕНИЦА

Иво Янашков[1], Ценко Въчев[1]*, Галина Петкова[2]

[1] Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров", отдел "Защита на растенията", Костинброд, 2230, ул. „Панайот Волов" № 35, Селскостопанска академия, София
[2] Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров", отдел „Физика, ерозия, почвена биота", София, 1331, ул. „Шосе Банкя" № 7, Селскостопанска академия, София

**e-mail: vatchevtzenko@yahoo.com*

Резюме

Затихване на болестта и индуциране на биологично детерминирана супресивност на почвата чрез продължително (5-6 години) монокултурно отглеждане на чувствителен гостоприемник са установени при различни патологични системи. Постигната цел на настоящото изследване е да се индуцира супресивен ефект в почвата по отношение на Ризоктонийно кореново гниене (*Rhizoctonia solani* AG 4) чрез имитиране на монокултура от обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.). По 24 висококачествени семена от пшеница (сорт Екзотик) бяха посявани във пластмасови вегетационни съдове, всеки с по 1.1 L Алувиално-Ливадна (песъкливо-глинеста) почва. Получените растения бяха отглеждани по варианти за 0-4 последователни, съкратени култивационни цикъла, всеки с продължителност от три месеца. За отчитане на нивото на супресивност на почвата от всеки вариант беше използван биологичен тест, при който експерименталните единици представляваха правоъгълни, пластмасови съдове (26 x 6 x 8 cm), с подложка и отвори за ръчно подаване на поливната вода откъм основата на съда, 7 cm височина на колоната от изследваната почва и двуредов посев от пшеница, сорт Екзотик (2 реда x 12 растения, 2 x 3 cm отстояние между растенията). Проследявано беше разпространението на болестта от фокален (точков) източник на инокулум на патогена – 20 инокулумни зърна от чиста култура, развита върху автоклавиран (30 min на 121 °C) ечемик, инкорпорирани в почвата в началото на двата реда след поникване на растенията. Непосредствено след приключване на биологичния тест за супресивност, числеността на основни групи почвени микроорганизми в ризосферната почва от всеки вариант беше определяна по метода на десетичните разреждания и култивиране върху агаризирани хранителни среди. Отделно бактерии от род *Pseudomonas* бяха изолирани от ризосферната почва върху среда на King. Антагонистичната активност на по 10 изолата *Pseudomonas* spp. от всеки вариант беше изпитвана спрямо *R. solani* AG 4 *in vitro* по метода на двойните култури. Имитираната при контролирани условия монокултура от пшеница доведе до значително (P<0.05) ограничаване на разпространението на Ризоктонийното кореново гниене от източника на инфекция. При това статистически значими разлики (P<0.05) бяха установени и между отделните варианти с предварително култивиране на пшеница: с увеличаване на броя на култивационните цикли от един до четири, значително намаляваше разпространението на болестта – съответно с 19.5%, 31.0%, 40.5% и 54.8% спрямо контролата. Същевременно не беше отчетено съществено изменение в популационната плътност на проследяваните групи микроорганизми в ризосферата на опитните растения, в т.ч. амонифициращи и

спорообразуващи бактерии, микроскопични гъби, актиномицети и бактерии, използващи минерален азот. С нарастване на почвената супресивност от първия до петия вегетационен цикъл на културата по варианти бе налице значително нарастване на средната антагонистична активност на изолираните бактерии от род *Pseudomonas* спрямо *R. solani* AG 4. Аргументирана бе тезата, че трошливото вретено на зрелия клас при дивите форми е обуславяло продължителна естествена монокултура, в която са виреели и еволюирали хлебната пшеница и нейните предшественици през предисторическата епоха. Приемаме това за предпоставка, която заедно с липсата на гени за устойчивост към некротрофни патогени, е довела до възникване на еволюционно закрепен защитен механизъм, базиран на мутуалистични взаимоотношения между растението и естествено обитаващи ризосферата бактерии, проявяващи висока антагонистична (антибиотична) активност спрямо почвообитаващи фитопатогени. Проявление на този механизъм е нарастващият супресивен отговор на почвата и затихването на болестта по време и след продължителна монокултура. Получените резултати са дискутирани в светлината на микробиалната еко-еволюционна динамика в ризосферата на растенията. Прогресивно нарастващата антагонистична активност към патогена сред представители на *Pseudomonas* spp. е разгледано като пример за „бърза микробиална еволюция", осъществявана чрез вероятен хоризонтален трансфер на гени в рамките на един или повече последователни култивационни цикли на културата.

***Ключови думи**:* агротехнически метод за борба, монокултура, Ризоктонийно кореново гниене, пшеница, антагонистична активност, бърза микробиална еволюция.

DISEASE SUPPRESSIVE EFFECT IN SOIL AGAINST RHIZOCTONIA ROOT ROT INDUCED BY MIMICKING WHEAT MONOCULTURE

Ivo Yanashkov[1], Tzenko Vatchev[1]*, Galina Petkova[2]

[1] Institute of Soil Science, Agro-Technology and Plant Protection "Nikola Pushkarov", Plant Protection Department, 2230 Kostinbrod, 35 Panayot Volov St., Agricultural Academy, Sofia

[2] Institute of Soil Science, Agro-Technology and Plant Protection "Nikola Pushkarov", Department of Physics, Erosion, Soil Biota, 1331 Sofia, 7 Shosse Bankya St.

[*]e-mail: vatchevtzenko@yahoo.com

Abstract

Disease decline and induction of soil suppressiveness by continuous (5-6 years) monoculture with susceptible plant-host have been reported for various crop-pathogen systems. The present study achieves the goal of inducing suppressive effect in soil towards Rhizoctonia root rot (*Rhizoctonia solani* AG 4) through monoculture of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Twenty four high-quality wheat (c. Exotic) seeds were planted in plastic containers, each containing 1.1 L Alluvial-Meadow (sandy-clay) soil (Eutric Fluvisols, according to FAO classification). According to the treatment applied, the resulting plants were grown for 0-4 successive short cropping cycles, each lasting three months. Disease suppressiveness was measured in a bioassay in which the experimental units were rectangular, plastic containers (26 x 6 x 8 cm), with drainage holes in the bottom and detachable trays allowing for manual irrigation from the bottom of the container, 7 cm height of the column of tested soil in each container and a two-row crop of

wheat (c. Exotic, 2 rows x 12 plants, 2 x 3 cm plant spacing). The spread of the disease was measured from a focus (point) source of inoculum of the pathogen – 20 inoculum grains from a pure culture developed on autoclaved (30 min at 121 °C) barley, introduced into the soil at the beginning of both rows after emergence of the plants. Immediately after termination of the soil suppressiveness test, the abundance of the major groups of soil microorganisms were determined in rhizosphere soil in each treatment by using the method of decimal dilutions and subsequent culturing on agar media. Separately, bacteria of the genus *Pseudomonas* were isolated from the rhizosphere soil on King's medium. The antagonistic activity of 10 *Pseudomonas* spp. isolates from each treatment was tested against *R. solani* AG 4 *in vitro* by the double culture method. The monoculture of wheat imitated under controlled conditions resulted in a significant (P<0.05) reduction of the spread of Rhizoctonia root rot from the source of infection. Furthermore, statistically significant differences (P<0.05) were also found between the individual treatments with pre-cultivation of wheat: with the increase in the number of cultivation cycles from one to four, there was a significant reduction in disease spread – by 19.5%, 31.0%, 40.5% and 54.8%, respectively, as compared to the untreated control. Simultaneously, no substantial alterations were observed in the population densities of the monitored groups of microorganisms in the rhizosphere of the experimental plants, including ammonifying and spore-forming bacteria, microscopic fungi, Actinomycetes and bacteria, utilizing mineral N. With the increase in soil suppressiveness from the first to the fifth growing cycle of the crop, a significant increase in the average antagonistic activity of the isolated *Pseudomonas* spp. against *R. solani* AG 4 was observed. The thesis is argued that shattering rachis of the ripe ear in wild forms conditioned a continuous “natural” monoculture in which bread wheat and its predecessors grew and evolve during the prehistoric era. We speculate that this condition, along with the lack of genes for resistance to necrotrophic pathogens, have given rise to evolutionary stable defence mechanism and the latter based on mutualistic relationships between the host-plant and bacteria that naturally inhabit rhizosphere and exhibiting high antagonistic (antibiotic) activity against soil-borne plant pathogens. A manifestation of this mechanism is the increasing suppressive response of the soil and the disease decline during or after continuous wheat monoculture. The results obtained in this study are discussed in the light of the microbial eco-evolutionary dynamics in the plant rhizosphere. The progressively increasing pathogen-antagonistic activity of *Pseudomonas* spp. isolates is discussed as an example of "rapid microbial evolution", accomplished by possible horizontal gene transfer within one or more successive cultivation cycles of the wheat crop.

Key words: cultural control, monoculture, Rhizoctonia root rot, wheat, antagonistic activity, rapid microbial evolution.

СПЕЦИФИЧНИ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОПТИЧНАТА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МИКРОЕЛЕМЕНТИ В ПРОБИ ОТ ОКОЛНАТА СРЕДА

Николая Величкова[1], Олга Велева[1], Методи Караджов[1], Елка Пенчева[1], Нонка Даскалова[2]

[1] Геологически институт, Българска Академия на науките, София
[2] Институт по обща и неорганична химия, Българска Академия на науките, София

Резюме

Едно от основните приложения на оптичната емисионна спектроскопия с индуктивно свързана плазма ОЕС - ИСП е анализът на елементи в много ниски концентрационни интервали от порядъка на ppm и ppb. Контролът и оптимизирането на работните условия в ИСП дава възможност за избор на аналитични линии, характеризиращи се с най-ниски граници на откриване, както в чист разтворител, така и в присъствие на многокомпонентна матрица съдържаща Al, Ca, Fe, Mg и Ti, като основни компоненти за пробите от околната среда и геоложки проби. Проведени са систематични изследвания за изучаване на условията за възбуждане в ИСП, с цел тяхното оптимално контролиране. Условията за възбуждане са изследвани чрез промяна на входящата мощност и централния аргонов поток. Получени са количествени данни за спектралните пречения около определен брой аналитични линии на определяеми елементи в присъствие на едно - и много-компонентна матрица. Получените данни дават възможност за избор на най-добри аналитични линии за определяемите елементи свободни от пречене на линии и крила от линии на в присъствие на многокомпонентната матрица. Избраните линии са свободни от пречене на линии от матричните компоненти. Представени са разработени аналитични методи в Геологическия институт на БАН при определяне на голям брой макро и микро елементи в разнообразни по състав проби от околната среда с различен и променящ се състав на основните компоненти.

Ключови думи: ОЕС-ИСП, следи от елементи, спектрални пречения, условия за възбуждане в плазмата.

VERSATILE IMPLEMENTATION OF ICP-OES IN THE DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN A BROAD VARIETY OF MATRICES

Nikolaya Velitchkova[1], Olga Veleva[1], Metody Karadjov[1], Elka Pentcheva[1], Nonka Daskalova[2]

[1] Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia
[2] Institute of General and Inorganic Chemistry, Sofia

e-mail: niaveli@geology.bas.bg

Abstract

Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) is a multi-element, trace-analysis technique used to measure the concentration of various elements in a variety of sample matrices at very low concentration levels - ppm and ppb. The control and optimization of the operating conditions in the ICP enables the selection of analytical lines characterized by the lowest detection limits, both in pure solvent and in the presence of a multicomponent matrix containing Al, Ca, Fe, Mg and Ti, as major components for environmental and geological samples. Systematical investigations have been carried out to study the excitation conditions in ICP, with the aim of controlling them. The excitation conditions were investigated by varying the input power and central argon flow. Quantitative data were obtained for the spectral interferences around a number of analytical lines of the investigated elements in the presence of a single-element and multi-element matrix. The obtained data ensures the selection of the best analytical lines free from line and wing background interference for the investigated elements in the presence of the multi-element matrix. The selected lines are free from interfering lines from the matrix components. Analytical methods developed at the Institute of Geology of the Bulgarian Academy of Sciences for the determination of a large number of macro and micro elements in diverse environmental samples with different and changing composition of the main components are presented.

Key words: ICP-OES, trace elements, spectral interferences, plasma excitation conditions.

КАЛИБРИРАНЕ, ВАЛИДИРАНЕ И АНАЛИЗ НА ЧУВСТВИТЕЛНОСТТА НА ДАННИ ЗА РЕЧНИТЕ ОТТОЦИ ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА МОДЕЛА SWAT-CUP, SUFI-2, ЗА ВОДОСБОРА НА РЕКА РУСЕНСКИ ЛОМ

Милена Митова[1], Zy Rakotoarimanana[2], Милена Керчева[1], Hiroshi Ishidaira[2]

[1] Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Н. Пушкаров"
[2] University of Yamanashi, Yamanashi, 400-8511, Japan

Резюме

Хидрологичният модел SWAT беше приложен за водосбора на р. Русенски Лом, Северна България. Използван е интерфейсът QSWAT между модела и софтуерния продукт QGIS за работа в среда на географска информационна система. Използваните данни за калибриране и валидиране на модела са измерените стойности на речния отток в хидроложката станция на НИМХ в с. Божичен, Русенско. Моделът беше захранен с данни за периода 2007-2021 г.. Калибрирането, валидирането и анализът на чувствителността бяха извършеани с помощта на SWAT-CUP 2019 и полуавтоматизираната програма SUFI-2. Процесът на калибриране беше проведен за периода 2007-2014 г., а процесът на валидиране обхваща следващия период 2015-2021 г. За оценка на ефективността на модела са използвани пет фактора: коефициент на определяне (R2); индекс на ефективност (NSE); вероятно процентно отклонение (PBIAS); фактор на вероятността (P-factor) и коефициент на корелация (R-factor). Според модела, стойностите на основните фактори, които се проследяват за ефективността му са както следва - P-фактор - 0.69 и R-фактор - 1.35 по време на калибриране, а по време на валидиране, съответно 0.62 и 0.97. Може да се заключи, че резултатите от калибрирането и валидирането на модела SWAT-CUP 2019 са с достатъчна точност и моделът може да бъде полезен инструмент за оценка на хидрологичните процеси във водосбора на р. Русенски Лом.

Ключови думи: Калибриране, валидиране, анализ на чувствителността, SWAT-CUP 2019, р. Русенски Лом.

ПОСТЕРНА СЕСИЯ

(ПЪЛЕН ТЕКСТ)

POSTER SESSION

(FULL PAPER)

ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ

(ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)

ПОТЕНЦИАЛ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА УТАЙКИ ОТ ОТПАДЪЧНИ ВОДИ ЗА УЛАВЯНЕ НА CO_2

Ася Манойлова [1], Екатерина Серафимова[1], Вилма Петкова[2], Жечко Йорданов[3]

[1]Химикотехнологичен и металургичен университет,
бул. "Климент Охридски" 8, София, България
[2]Институт по минералогия и кристалография, Българска академия на науките,
ул. „Акад. ул. Г. Бончев, бл.107, 1113 София, България
[3]Национално сдружение „Зелена Сърница“, Пазарджик, България

e-mail: ekaterina_sr@uctm.edu

Резюме

Тази статия прави изследване за потенциалът за улавяне на CO_2 под формата на биовъглен от утайки от отпадъчни води. Възможностите за подобряване на индустриални почви с биовъглен може подобри въглеродният резерв на екосистемата и капацитетът за улавяне на CO_2 в атмосферата, за да се компенсират емисиите на CO_2 и загубите на органичен въглерод в почвата. Резултатите показват, че съдържанието на въглерод в биовъглен е 26,1%. и ще бъдат класифицирани в клас 3 според Международната инициатива за биовъглен. Атомните съотношения H/C и O/C могат да бъдат полезни за възстановяване на деградирали бедни индустриални почви чрез засилено улавяне на въглерод. По този начин преобразуването на утайките, показа голямо предимство във въглеродния баланс спрямо традиционните третирания. Съгласно получените данни може да се разгледа това като възможност за намаляване на емисиите на парникови газове и насърчаване на практики за устойчиво управление на отпадъците.

Ключови думи: биовъглерод, биовъглен, утайки от пречиствателна станция.

THE POTENTIAL FOR USING WASTEWATER SLUDGE FOR CO_2 SEQUESTRATION

Asya Manoylova [1], Ekaterina Serafimova[1], Vilma Petkova[2], Jechco Iordanov[3]

[1]University of Chemical Technology and Metallurgy,
bul. "Kliment Ohridski" 8, Sofia, Bulgaria
[2]Institute of Mineralogy and Crystallography, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev Str., bldg.107, 1113 Sofia, Bulgaria
[3]National association “Green Sarnitsa“, Pazardjik, Bulgaria

e-mail: ekaterina_sr@uctm.edu

Abstract

This paper investigates the potential for CO_2 capture in the form of biochar from sewage sludge. Opportunities to improve industrial soils with biochar can improve ecosystem carbon stock and atmospheric CO_2 sequestration capacity to offset CO_2 emissions and soil organic carbon losses. The results show that the carbon content of biochar is 26.1%. and will be classified as Class 3 according to the International Biochar Initiative. H/C and O/C atomic ratios can be useful for restoring degraded poor industrial

soils through enhanced carbon sequestration. In this way, sludge conversion showed a great advantage in the carbon balance compared to traditional treatments. According to the data obtained, this can be considered as an opportunity to reduce greenhouse gas emissions and promote sustainable waste management practices.

Key words: biocarbon, biochar, sewage sludge.

Въведение

Утайката от отпадъчни води е страничен продукт от процесите на пречистване на отпадъчни води. Правилното управление е от решаващо значение за предотвратяване на замърсяването на околната среда и защита на човешкото здраве. Като вземем предвид потенциала им можем да проучим устойчиви възможности за тяхното обезвреждане или използване, като намалим необходимостта от депониране или изгаряне, което може да освободи парникови газове. Едно от най-големите предизвикателства, пред които е изправено човечеството в момента, е глобалното затопляне, причинено главно от емисиите на парникови газове. Потенциалът за улавяне на въглерод от утайките от отпадъчни води помага за смекчаване на изменението на климата чрез премахване на въглеродния диоксид (CO_2) от атмосферата и съхраняването му в стабилна форма (Mohapatra, 2023,Yu, 2023). Тъй като утайката от отпадъчни води съдържа органична материя, която е богата на въглерод. Ефективното управление и използване на този отпадъчен материал може да допринесе за намаляване на емисиите на парникови газове. Потенциалът за улавяне на въглерод от утайките от отпадъчни води може да варира в зависимост от различни фактори като състава на утайките, процесите на третиране и практиките за управление (Mohapatra, 2023,Yu, 2023). Освен това може да повиши плодородието на почвата и да подобри структурата ѝ, което води до повишена селскостопанска производителност. Това може да допринесе за устойчиво селско стопанство Въпреки това е важно да се отбележи, че той обикновено е по-нисък в сравнение с други методи за улавяне, като залесяване или улавяне на въглерод в почвата. За да се определи специфичният потенциал за улавяне на въглерод на утайките от отпадъчни води в даден контекст, ще бъде необходимо да се извърши подробен анализ, като се вземат предвид местните условия и практики за управление (Venkatesh,2022). Тази статия прави изследване за потенциалът за улавяне на CO_2 под формата на биовъглен от утайки от отпадъчни води

Материали и методи

Извършен е количествен елементен анализ на утайка от ПСОВ с автоматичен анализатор EA 3000 на италианската фирма EuroVector. Методът за анализ е чрез изгаряне на пробата при висока температура (980-1100°C) и определяне на компонента чрез газова хроматография. Термичният анализ е извършен със STA PT 1600 TG-DTA/DSC (STA Simultaneous Thermal Analysis), произведен от LINSEIS Messgeräte GmbH, Германия. Анализът се извършва в режим на пиролиза.

Резултати и обсъждане

Качеството на утайките се определя най-вече от източника на образуването им. Първоначалната концентрация на замърсителите в отпадъчната вода, както и техническите характеристики на извършените процеси са свързани с третирането на отпадъчните води и утайките (Przewrocki, 2004, Otero 2007). Съставът на утайките зависи също и от благоустройството на дадения район, броя на населението, неговите хранителни навици, а също така и от смяната на сезоните (Fernandez-Anez,2014, Siuris, 2011). Съдържанието на дадени елементи в утайките, както и тяхното количествено съотношение, обуславят свойствата на утайките. Анализирането на състава им е първата стъпка за определяне на способността им

да бъдат ефективно третирани (Otero 2007). Основните елементи и показатели, които най-често се установяват експериментално, са въглерод (C), водород (H), азот (N), сяра (S), кислород (O), съдържание на пепел (A), влага (M) и летливи вещества (VM), както и калоричност (горна специфична топлина на изгаряне, HHV) (Otero 2007, Fernandez-Anez, 2014, Magdziarz, 2013). С цел добиване на представа за ориентировъчните стойности на тези показатели, са представени резултати в табл. 1. Те са взети от различни изследвания на утайки от ПСОВ в Испания (Otero 2007, Fernandez-Anez, 2014, Alvarez, 2015) и Полша (Magdziarz, 2014, Werle, 2014), публикувани в научни статии като накрая са записани и анализираните и изследваните данни от настоящата утайка от ПСОВ от България.

Таблица 1. Състав и свойства на утайки от ПСОВ

Елементен анализ, %					**Минерален състав, %**			**HHV (MJ/kg)**	**Третиране на утайката**	**Източник**
C	H	N	S	O	A	M	VM			
25.5	4.5	4.9	2.1	25.8	37.2	5.6	54.2	11.1	АС и ТС	(Alvarez, 2015)
32.3	4.9	5.3	0.6	24.9	32.0	19.1	64.7	13.1	АС, О и ТС	(Magdziarz, 2014)
33.1	4.8	4.8	0.6	20.4	36.2	4.2	63.5	12.8		
28.9	4.4	4.1	1.1	20.2	36.0	5.3	64.6	12.2		
22.7	3.3	3.1	1.6	15.5	53.8	3.9	42.8	9.5	АС, О и ТС	(Otero 2007)
37.4	4.9	3.0	0.6	21.8	32.2	6.1	62.3	-	ТС	(Fernandez-Anez, 2014)
28.5	3.6	3.0	0.8	16.1	48.1	2.7	52.5	-		
30.1	4.6	4.3	1.2	21.3	38.0	5.3	-	12.2	-	(Magdziarz, 2014)
26.2	4.3	4.2	1.5	23.4	21.8	79		13.97	ТС	ПСОВ България

АС анаеробно стабилизиране; О - обезводняване; ТС - термично сушене

Компонентите, които определят утайките като подходящи продукти за употреба в земеделието, са органичните съединения (обикновено над 55% с.в. от общия състав) както и сравнително високото съдържание на хранителни елементи за растенията като азот, фосфор и калий (Werle, 2014, Kotowska 2012, Sahnoun 2012). Останалата част от утайките представлява неорганична фракция, изградена главно от SiO_2 (около 30%), оксиди като Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO и други микроелементи.

Стабилност на получен биовъглен

Въз основа на данните от елементния и термичен анализ са оценени атомните съотношения H/C и O/C за биовъглен като се използват уравнения (1) и (2) (Venkatesh,2022),

$$H/C = 0.397 \times VM/FC + 0.251 \quad (1)$$

$$O/C = 0.188 \times VM/FC + 0.035 \quad (2)$$

където FC е процентното съдържание на фиксиран въглерод, а VM е процентното съдържание на летливи вещества.

Последният етап от характеризирането след превръщането на биомасата в биовъглен е изчисляването на количеството въглерод, което би било уловено, ако се приложи експерименталното преобразуване. Уравненията по-долу са използвани за изчисляване на общия добив на биовъглен (Уравнение 3), съдържание на фиксиран въглерод (Уравнение 4), общ потенциален въглерод в биовъглен (Уравнение 5), (Venkatesh,2022):

$$\text{Добив на биовъглен} = \frac{\text{Тегло на произведения биовъглен}}{\text{тегло на първоначалната суровина за пиролиза}} \quad (3)$$

$$\text{Общ потенциален въглерод} = \text{Общ произведен биовъглен} \times \% \text{ Фиксиран въглерод} \quad (4)$$

$$\text{Погълнат въглерод} = \text{Общ потенциален въглерод} \times \text{Въглеродна стабилност } 80\% \quad (5)$$

Минералното съдържание на суровината до голяма степен се запазва в получения биовъглен, където се концентрира поради постепенната загуба на C, водород (H) и кислород (O) по време на обработката. Таблица 1 предоставя елементния състав на суровината. Съдържанието на въглерод 26,16%. Според Международната инициатива за биовъглен атомните съотношения (главно O/C) и изчисленията след пиролиза утайката може да се превърне в биовъглен клас 3. Установена е връзка между полуживота на разпад на биологичният въглен, които е 2169 години, което потвърждава стабилността му. Изчисленото средно време на престой и процент въглерод, който ще остане след 100 години, са по-големи от 1000 години и съответно повече от 80%, а именно 90.9%. Следователно биовъгленът, разработен в това проучване, може да се използва в почви с дефицит на въглерод с допълнителната полза от дългосрочното съхранение на въглерод. Процентът на добив на биовъглен след пиролиза е 22,8 %. Този резултат зависи от температурата на пиролизата и термичното разлагане на органичната материя. Резултатите показват, че общият потенциален въглерод в биовъглен – 145 g C/kg суровина и потенциалът за намаляване на CO_2 е 417.6 CO_2 eq. kg^{-1} биовъглен, има стабилна форма на въглерод и може да бъде стабилен за микробно разлагане и да съхранява атмосферен CO_2 в почвата. В противен случай растението би се минерализирало бързо до въглероден диоксид, който е изпуснат в атмосферата. В това изследване е доказано, че биовъгленът е стабилен, с устойчив на разграждане въглерод и може да се използва като средство за дългосрочно съхранение на въглерод в почвата като опция за смекчаване на изменението на климата.

Заключение

Разбирането и максимизирането на потенциала за улавяне на въглерод от утайките от отпадъчни води е важно за справяне с изменението на климата, намаляване на замърсяването на околната среда и насърчаване на практики за устойчиво управление на отпадъците. Резултатите показват, че съдържанието на въглерод в биовъглен е 26,1%. и ще бъдат класифицирани в клас 3 според Международната инициатива за биовъглен. Атомните съотношения H/C и O/C могат да бъдат полезни за възстановяване на деградирали бедни индустриални почви чрез засилено улавяне на въглерод. По този начин преобразуването на утайките, показа голямо предимство във въглеродния баланс спрямо традиционните третирания. Съгласно получените данни може да се разгледа това като възможност за намаляване на емисиите на парникови газове и насърчаване на практики за устойчиво управление на отпадъците.

Литература

1. Alvarez, J., Amutio, M., Lopez, G., Barbarias, I., Bilbao, J., Olazar, M. (2015) Sewage sludge valorization by flash pyrolysis in a conical spouted bed reactor, Chemical Engineering Journal 273, 173–183
2. Fernandez-Anez, N., Garcia-Torrent, J., Medic-Pejic, L. (2014) Flammability properties of thermally dried sewage sludge, Fuel 134, 636–643
3. Mohapatra S., Rout K. K., Khanda Ch., Mishra A., Yadav S., Padbhushan R., Mishra A. K., Sharma Sh., (2023)., Evaluation of Different Potassium Management Options under Prevailing Dry and Wet Seasons in Puddled, Transplanted Rice, Sustainability, 10.3390/su15075819, 15, 7, (5819),
4. Kotowska, U., Zalikowski, M., Isidorov, V. A. (2012) HS-SPME/GC–MS analysis of volatile and semi-volatile organic compounds emitted from municipal sewage sludge, Environ Monit Assess, 184:2893–2907
5. Magdziarz, A., Wilk, M. (2013) Thermal characteristics of the combustion process of biomass and sewage sludge, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 114:519–529
6. Magdziarz, A., Werle, S. (2014) Analysis of the combustion and pyrolysis of dried sewage sludge by TGA and MS, Waste Management 34, 174–179
7. Otero, M., Gomez, X., Garcia, A. I., Moran, A. (2007) Effects of sewage sludge blending on the coal combustion: A thermogravimetric assessment, Chemosphere 69, 1740–1750
8. Przewrocki, P., Kulczycka, J., Wzorek, Z., Kowalski, Z., Gorazda, K., Jodko, M. (2004) Risk Analysis of Sewage Sludge – Poland and EU Comparative Approach, Polishournal of EnvironmentalStudiesVol. 13, No. 2, 237-244
9. Siuris, A. (2011) Properties of Sewage Sludge Resulted From Urban Wastewater Treatment in The Republic Of Moldova, Scientific Papers, UASVM Bucharest, Series A, Vol. LIV, ISSN 1222-5339
10. Sahnoun, A. Y., Tidjani, A. E., Iddou, A. (2012) Comparative study of the characteristics of three types of sludge from wastewater treatment plants, Energy Procedia 18, 99–109
11. Venkatesh G., Gopinath K.A, Reddy K.S., Reddy B.S., Prabhakar M., Srinivasarao C., Kumari V.V., Singh V.K, (2022), Characterization of Biochar Derived from Crop Residues for Soil Amendment, Carbon Sequestration and Energy Use. Sustainability 14, 2295
12. Werle, S. and Dudziak, M. (2014) Analysis of Organic and Inorganic Contaminants in Dried Sewage Sludge and By-Products of Dried Sewage Sludge Gasification, Energies, 7, 462–476
13. Zejun Yu, Yao Wang, Bin Zhao, Zhixin Li, Qingli Hao, (2023), Research on Carbon Emission Structure and Model in Low-Carbon Rural Areas: Bibliometric Analysis, Sustainability, 10.3390/su151612353, 15, 16, (12353).

ОЦЕНКА НА ПОТЕНЦИАЛНИЯ ЕКОЛОГИЧН РИСК ОТ ЗАМЪРСЯВАНЕТО С ТЕЖКИ МЕТАЛИ НА СЕЛСКОСТОПАНСКА ПОЧВА В БЛИЗОСТ ДО АВТОМОБИЛЕН ПЪТ

Дафинка Пангарова, Екатерина Серафимова

Химикотехнологичен и металургичен университет,
бул. "Климент Охридски" №8, София, България

e-mail: d.pangarova@api.bg, ekaterina_sr@uctm.edu

Резюме

Настоящото изследване е опит за оценка на влиянието на физикохимичните свойства на почвата върху екологичния риск от замърсяването с тежки метали(Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn и Sb) на селскостопанска почва, разположена по протежение на републикански път II-81, чрез изчисляване на индекс на потенциален екологичен риск и анализ на корелации на Pearson.

Взети са общо 9 повърхностни почвени проби (0÷20 cm) на разстояния от 11m, 36 m and 61 m от ръба на пътното платно. За почвените проби са определени общата концентрация на деветте тежки метала, както и физикохимични свойства на почвата (pH, съдържание на хумус и електрическа проводимост).

Общите концентрации на тежките метали са използвани за оценяване на потенциалния екологичен риск. Въз основа на получените резултати се установява значителен потенциалния екологичен риск на изследваната селскостопанска почва, главно поради замърсяването с Sb.

Направен е анализ и оценка на корелациите между индекса на потенциален екологичен риск и физикохимичните свойства на почвата.

***Ключови думи**:* тежки метали, замърсяване на селскостопанска почва, екологичен риск, физикохимични свойства на почвата, корелации.

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL ECOLOGICAL RISK OF HEAVY METAL CONTAMINATED ROADSIDE AGRICULTURAL SOIL

Dafinka Pangarova, Eketerina Serafimova

University of Chemical Technology and Metallurgy, bul. "Kliment Ohridski" 8, Sofia, Bulgaria

e-mail: d.pangarova@api.bg, ekaterina_sr@uctm.edu

Abstract

The present study is an attempt to assess the impact of soil physic-chemical properties on ecological risk from heavy metals (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn and Sb) pollution of agricultural soil, located alongside the national road II-81, by potential ecological index calculation and analysis of Pearson correlations.

In total, 9 surface soil samples (0÷20 cm depth) were collected at distances 11m, 36 m and 61 m from the road edge. For soil samples total concentrations of the nine heavy

metals as well as soil physic-chemical properties (pH, humus content and electrical conductivity) were determined.

The total concentrations of heavy metals of soil samples were used for assessment of their potential ecological risk. Based on the results considerable potential ecological risk of tested agricultural soil was observed, mainly due to the contamination by Sb.

The correlations between potential ecological risk and soil physic-chemical properties were analyzed and evaluated.

***Key words**:* heavy metals, agricultural soil contamination, potential ecological risk index, soil physic-chemical properties, and correlations.

Въведение

Тежките метали като Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb и Zn са основните замърсители на крайпътното пространство (Amereih ,2005; Hääl, 2008) в резултат на движението на пътни превозни средства. Основните източници на емисии са изгарянето на изкопаеми горива в двигателите с вътрешно горене, износването на гумите, накладките на спирачките, износването на асфалтовата настилка, корозията на акумулатори и метални части и др. (Sörme, 2001).

Физикохимичните характеристики на почвата, които основно влияят върху акумулацията, подвижността и бионаличността на тежките метали са:

- Органична компонента (съдържание на хумус) в почвата (Khan, 2006);
- Активна киселинност (pH (Amini, 2005);
- Механичен състав (Treder, 2005);
- Електропроводимост (Mansour, 2020).

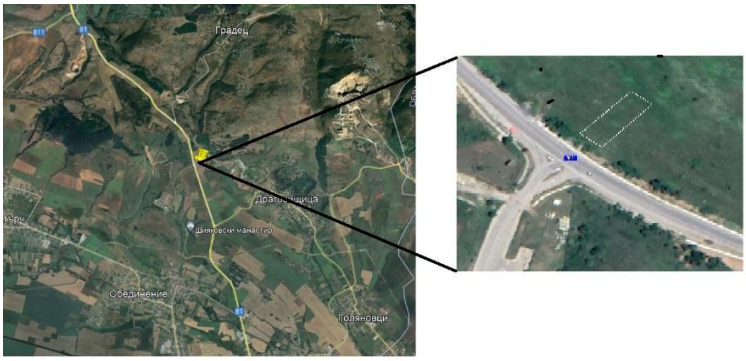
Целта на настоящото изследване е да се направи оценка на влиянието на физикохимичните свойства на почвата върху екологичния риск от замърсяването с тежки метали(Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn и Sb) на селскостопанска почва, разположена по протежение на републикански път II-81.

Материали и методи

1.1 Зона на изследване

За целта на изследването е избрана зона от селскостопанска почва с площ от 1000 m^2, разположена перпендикулярно на трасето на път II-81, в участък от km12+400 до km 12+420, в дясно, с начало на изследваната зона на разстояние 11 m от ръба на пътното платно.

Местоположението на зоната за изследване е показано на фигура 1.



Фигура 1. Местоположение на зоната за изследване

1.2 Вземане и подготовка на проби

Пробите от селскостопанската почва са взети на 13.06.2020 г., с лопатка, от дълбочина 0-20 cm, в съответствие с Приложение №3 към чл. 5, ал. 4 на Наредба № 3 от 1 август 2008 г. Взети са 9 проби на разстояние 10 m една от друга, успоредно на трасето на пътя и на разстояние 25 m една от друга, перпендикулярно на трасето на пътя.

Почвените проби са подготвени чрез изсушаване на въздух за 48 h, стриване в ахатов хаван, пресяване през сито с номинален размер на отвора 3 mm, отделяне на видими остатъци от растения, изсушаване при 105°C за 24h, запечатване в полиетиленови пликове и съхранение при 0°C до провеждане на анализ.

1.3 Физикохимичен анализ на почвата

Механичният състав на обединена чрез квартуване и хомогенизиране проба е определен чрез ситов анализ с използване на вибрационно-стръскваща машина (MLW), за 30 min.

Активната киселинност (pH) и електрическата проводимост са определени за воден извлек 1:5 (Mladenov, 2017).

pH е определено с pH-метър PHS-25CW/3CW/3BW Benchtop pH Meter, снабден с комбиниран стъклен електрод и температурна сонда за автоматична температурна корекция. Електрическата проводимост е определена чрез използване на кондуктометър Bante 510 Benchtop Conductivity/TDS Meter, снабден с кондуктометрична клетка с K=10 и температурна сонда за автоматична корекция на температурата.

Съдържанието на хумус в почвените проби е определено чрез окислително-редукционно титриране (Mladenov, 2017).

1.4 Определяне на съдържанието на тежки метали

Почвените проби са подложени на мокро разлагане със смес от 10% разтвор на хлороводородна киселина и концентрирана азотна киселина при нагряване, последвано от хомогенизиране на суспензията с магнитна бъркалка, филтриране през филтър „синя лента“ и довеждане на обема на филтрата до 100 cm^3 .

Съдържанието на Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb и Zn във филтратите е определено чрез атомно-абсорбционен спектрометър “Perkin-Elmer” 5000 с модул за работа в пламък C_2H_2 / въздух.

За всички анализи са използвани реактиви с чистота за анализ и дестилирана вода.

1.5 Коефициенти на потенциален екологичен риск и индекс на потенциален екологичен риск.

Коефициентът на потенциалния екологичен риск (ER_i) представлява потенциалния екологичен риск на отделния метал в почвата, докато индексът на потенциален екологичен риск (RI) представлява общия потенциален риск от всички тежки метали в почвата (Hakanson, 1980).

Коефициентът на потенциален екологичен риск (ER_i) се изчислява по формулата 1 по-долу:

$$E\,R_i = T_{i\,r} \times \frac{C_{is}}{C_{ib}} \qquad (1)$$

Където:

T_{ir} коефициент на токсичен отговор на i-тия тежък метал (Cu=5;Zn=1; Pb=5; Cd=30; Ni=5; Co=5, Cr=2; Sb=18) (Hakanson, 1980; Wang, 2018)

C_{is} концентрация на i-тия тежък метал в изследваната почва;

C_{ib} фонова концентрация на i-тия тежък метал.

Коефициентът на потенциален екологичен риск на отделните тежки метали се категоризира като: нисък (ER_i<40), умерен (40≤ER_i<80), значителен (80≤ER_i<160), висок (160≤ER_i<320) и много висок (ER_i≥320), (Hakanson, 1980).

Индексът на потенциален екологичен риск (RI) се изчислява по формула 2 по-долу:

$$RI = \sum_{i=1}^{n} ER_i \quad (2)$$

Индексът на потенциален екологичен риск се категоризира както следва: Нисък (RI<150),умерен (150≤RI<300), висок (300≤RI<600) и много висок (RI≥600), (Hakanson, 1980).

1.6 Статистически анализ

Корелациите между физикохимичните характеристики на почвата и коефициентите и индекса на потенциален екологичен риск са определени чрез Analysis Tools Pack на MS Excel Professional Plus 2021.

Резултати и обсъждане

Получените резултати за физикохимичните характеристики на почвата общите концентрации на изследваните тежки метали са представени съответно в таблица 1 и таблица 2 по-долу.

Таблица 1. Физикохимични характеристики на почвата в зависимост от разстоянието до пътното платно

Разстояние, m	Физикохимични характеристики на почвата			
	Съдържание на глина, %	pH	Съдържание на хумус, %	Електрическа проводимост, mS/m
11	< 5	7.1	5.0	4.0
36	< 5	7.1	3.9	4.7
61	< 5	6.0	4.3	5.2

Таблица 2. Общи концентрации на тежки метали в почвата в зависимост от разстоянието до пътното платно [Pangarova, 2023]

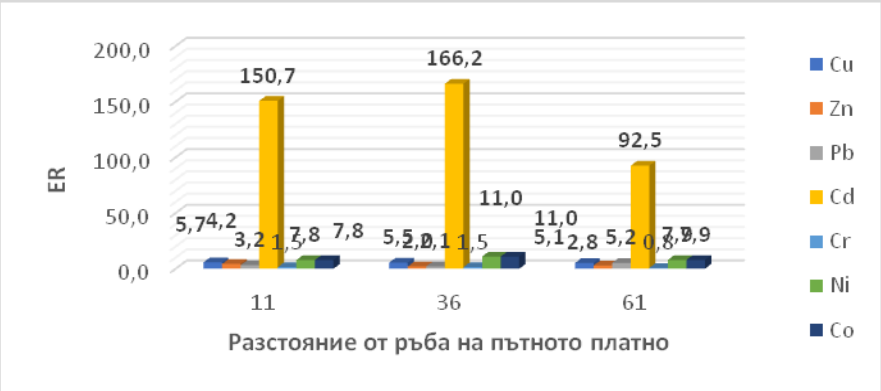
Разстояние, m	Обща концентрация, mg/kg							
	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	Ni	Co	Sb
11	51.35	233.63	44.19	1.51	47.21	54.67	22.24	8583.21
36	49.85	109.48	30.01	1.66	47.84	76.70	31.73	5237.27
61	46.15	156.49	73.16	0.92	24.52	55.12	41.30	4616.32

От резултатите, представени в таблица 1 следва, че почвата в изследваната зона се класифицира като песъчлива рохкава (Gjurov, 2015). Активната киселинност е неутрална до слабо кисела като pH намалява с нарастване на разстоянието от ръба на пътното платно. Изследваните почвени проби са със средна запасеност с хумус, която варира в тесни граници с нарастване на разстоянието от ръба на пътното платно. Почвените проби са слабо засолени и с нарастване на разстоянието от ръба на пътното платно засоляването нараства.

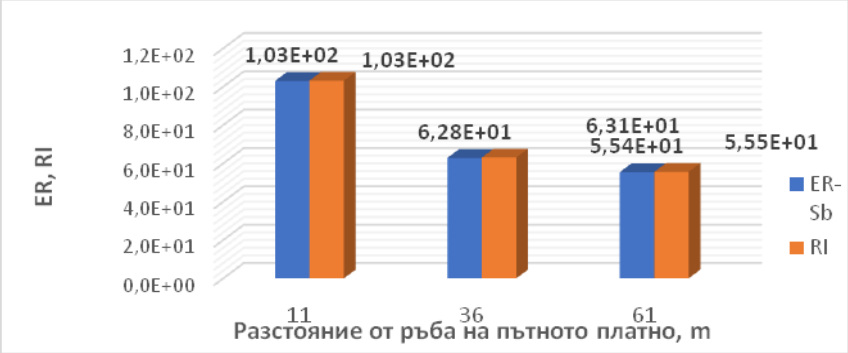
Сравнението на резултатите за общите концентрации на тежките металиw таблица 2 с изискванията на Наредба № 3 от 1 август 2008 г. показва, че с изключение на Cr, концентрациите на останалите изследвани тежки метали са по-високи от фоновите концентрации. Концентрацията за Cd, Cu, Pb и Co са по-високи от предохранителните концентрации за всички или за някои от отстоянията от пътното платно. Сходни резултати по отношение на Cd и Pb са докладвани от Movafagh и сътр., 2018 и Wang и Zang, 2018, както и по отношение на Cd, Cu и Pb от Rolli и сътр., 2015.

Концентрацията на Sb за всички изследвани почвени проби е изключително висока и многократно превишава фоновите и средни концентрации, съответно 0.3–8.6 mg kg−1 и 1 mg kg−1 (Herath, 2017). Подобни високи концентрации са установени за почви, взети от ловни полета в Швейцария (Johnson, 2005).

Получените резултати за изчислените на база на средните общи концентрации коефициенти на потенциален екологичен риск и индекс на потенциален екологичен риск са показани на фигура 2 и фигура 3 по-долу.



Фигура 2. Коефициенти на потенциален екологичен риск за Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb и Zn



Фигура 3. Коефициент на потенциален екологичен риск за Sb и индекс на потенциален екологичен риск

От представените на фигура 2 и фигура 3 резултати следва, че изследваните тежки метали се подреждат по намаляване на коефициента на потенциален екологичен риск в реда: Sb>Cd>Co>Ni>Cu>Pb>Zn>Cr. С изключение на Sb и Cd, за които потенциалният екологичен риск съответно е много висок и значителен, останалите изследвани тежки метали се класифицират с нисък потенциален екологичен риск. Изследваните почвени проби се характеризират с много висок индекс на потенциален екологичен риск основно поради високия потенциален екологичен риск на Sb, който намалява с нарастване на разстоянието от ръба на пътното платно.

В таблица 3 по-долу са представени коефициентите на Pearson за корелациите между коефициентите на потенциален екологичен риск и индекса на потенциален екологичен риск и физикохимичните характеристики на почвата.

Таблица 3. Корелационни коефициенти на Pearson

	OM	*pH*	*EC*	*ER-Cu*	*Er-Zn*	*Er-Pb*	*Er-Cd*	*Er-Cr*	*Er-Ni*	*ER-Co*	*ER-Sb*	*RI*
OM	1,000											
pH	0,156	1,000										
EC	-0,700	-0,814	1,000									
ER-Cu	0,426	0,960	-0,944	1,000								
Er-Zn	1,000	0,139	-0,688	0,411	1,000							
Er-Pb	0,171	-0,947	0,583	-0,818	0,188	1,000						
Er-Cd	-0,044	0,980	-0,682	0,885	-0,061	-0,992	1,000					
Er-Cr	0,132	1,000	-0,800	0,953	0,115	-0,954	0,984	1,000				
Er-Ni	-0,789	0,484	0,114	0,220	-0,799	0,741	-0,649	0,505	1,000			
ER-Co	-0,627	-0,867	0,995	-0,972	-0,614	0,660	-0,751	-0,855	0,016	1,000		
ER-Sb	0,871	0,621	-0,961	0,816	0,863	-0,335	0,452	0,602	-0,385	-0,929	1,000	
RI	0,870	0,622	-0,961	0,816	0,862	-0,336	0,453	0,603	-0,384	-0,929	1,000	1,000

От резултатите в таблица 2 следва, че между коефициента на потенциален риск на Zn и съдържанието на хумус съществува статистически значима (α=0,01, двустранен тест) силна, правопропорционална корелация. Силна, правопропорционална корелация е налице и между коефициента на потенциален екологичен риск на Sb и индекса на потенциален екологичен риск и съдържанието на хумус в почвата.

Между коефициента на потенциален риск на Cr и pH на почвата съществува статистически значима (α=0,01, двустранен тест) силна правопропорционална корелация. Силна, правопропорционална корелация се установява и между коефициента на потенциален екологичен риск на Cd, докато между коефициентите на потенциален екологичен риск на Pb и Co и pH се установяват силни, обратно пропорционални корелации.

Между коефициентите на потенциален екологичен риск на Cu, Cr, Co и Sb, индекса на потенциален екологичен риск и електрическата проводимост се установяват силни, правопропорционални корелации.

Заключение

Въз основа на получените резултати могат да се изведат следните заключения:

Изследваната селскостопанска почва е с много висок индекс на потенциален екологичен риск основно поради високото съдържание на Sb;

Съществува силна, правопропорционална, статистически значима корелация между коефициента на потенциален екологичен риск на Zn и съдържанието на хумус и коефициента на потенциален екологичен риск на Cr и pH.

Литература

[1]. Amereih S., Meisel T., Scholger R., Wegscheider W. (2005). Antimony speciation in soil samples along two Austrian motorways by HPLC-ID-ICP-MS, Journal of Environmental Monitoring, 7, 1200-1206

[2]. Amini M., Khademi H., Afyuni M., Abbaspour KC. (2005). Variability of available cadmium in relation to soil properties and landuse in an arid region in central Iran, Water, Air and Soil Pollution, 162, 205–218

[3]. Gjurov G., Artinova N. (2015), Soil science for students of university agricultural specialities, Intelexpert-94, Plovdiv, ISBN 978-619-7220-01-8 (in Bulgarian)

[4].Hääl, M.-M., Sürje, P., Rõuk, H. (2008) .Traffic as a source of pollution, Estonian Journal of Engineering, 14, 65-82

[5] Hakanson L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach.Water Research, 14(8), 975–1001

[6] Herath I, Vithanage M, Bundschuh J. (2017) Antimony as a global dilemma: Geochemistry, mobility, fate and transport. Environ Pollut. 223, 545-559

[7] Johnson C.A., Moench H., Wersin P., Kugler P., Wenger C. (2005). Solubility of antimony and other elements in samples taken from shooting ranges, Journal of environmental quality, 34 (1), 248-254

[8]. Khan S., Cao Q., Chen B-D., Zhu YG. (2006). Humic acids increase the phytoavailability of Cd and Pb to wheat plants cultivated in freshly spiked, contaminated soil,. Journal of Soils and Sediments, 6(4), 236–242

[9] Mansour.A. Salem , Dattatray K. Bedade , Al-Ethawi L., Al-waleed S.M.,(2020), Assessment of physiochemical properties and concentration of heavy metals in agricultural soils fertilized with chemical fertilizers, Heliyon 6 , e05224

[10] Mladenov M. (2017). Guidance for exercises on “Soils pollution and recovery “, UCTM, ISBN 978-954-465-088-9, 11, 30, 48, 49 (in Bulgarian)

[11] Movafagh, A., Mansouri, N., Moattar, F., & Vafaeinejad, A. R. (2018). Distribution and ecological risk assessment of heavy metals in roadside soil along the Hemat highway of Tehran, Iran. Environment Protection Engineering, 44(3), 5–17

[12] Pangarova D., Serafimova E. (2023). Assessment of Heavy Metals Contamination and Ecological Risk of Roadside Agricultural Soil,Used for Sunflower (Helianthus annuus L.) Cultivation, Science, Engineering & Education, 8 (1), 57-66

[13] Rolli N.M., Karalatti B.I., Gadi S.B. (2015) Metal Accumulation Profile in Roadside Soils, Grass and Caesalpinia Plant Leaves: Bioindicators. J.Environ Anal Toxicol 5 (6): 319.

[14] Sörme L., Bergbäck B., Lohm U. (2001). Goods in the anthroposphere as a metal emission source, Water, Air and Soil Pollution, Focus, 1, 213-227

[15] Treder W., Cieslinski G.(2005). Effect of silicon application on cadmium uptake and distribution in strawberry plants grown on contaminated soils, Journal of Plant Nutrition, 28, 917–929

[16] Wang M., Zhang H. (2018) Accumulation of heavy metals in roadside soil in urban area and the related impacting factors, Int. J. Environ. Res. Public Health, 15(6): 1064,

[17] Wang N., Wang, A., Kong, L., & He, M. (2018). Calculation and application of Sb toxicity coefficient for potential ecological risk assessment. The Science of the total environment, 610-611, 167–174.

APPLICATIONS OF MICROBIAL BIOSURFACTANTS IN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

Ivo Ganchev, Radostina Georgieva, Plamena Kazakova, Stela Hristova, Daniel Pavlov, Stoyan Enev, Violeta Paskova, Tsvetan Valev, Georgi Dzhelebov, Vasil Hristov, Apostol Todorov, Miglena Kazakova, Georgi Tasev

Trakia University of Stara Zagora,
Faculty of Technics and Technologies of Yambol,
38 Graf Ignatiev str., 8602, Yambol, Bulgaria,

e-mail: ivotg@abv.bg

Abstract

Microbial surfactants are a large number of amphipathic biomolecules with a myriad of biomolecule constituents from various microbial sources that have been studied for their surface tension reduction activities. With unique properties, their applications have been increased in different areas including environment, agriculture technologies. The present review aims to study the biochemistry and biosynthesis of biosurfactants exhibiting varying biomolecular structures which are produced by different microbial sources. It also provides details on roles played by biosurfactants in nature as well as their potential applications in remediation of polluted soils. Basic biomolecule content of all the biosurfactants studied showed presence of carbohydrates, aminoacids, lipids and fatty acids. The data presented here would help in designing, biosynthesis and application of tailormade novel biosurfactants. This would pave a way for perspectives of research on biosurfactants to overcome the existing bottlenecks in this field.

Key words: Biosurfactants, Bioemulsifiers, Secondary metabolites, Environmental Health and Sustainability.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МИКРОБНИТЕ БИОСЪРФАКТАНТИ В ЕКОЛОГИЧНИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

Иво Ганчев, Радостина Георгиева, Пламена Казакова, Стела Христова, Даниел Павлов, Стоян Енев, Виолета Паскова, Цветан Вълев, Васил Христов, Апостол Тодоров, Георги Тасев

Тракийски университет – Стара Загора
Факултет „Техника и технологии“ – Ямбол
8602 Ямбол, ул „Граф Игнатиев“ 38

e-mail: ivotg@abv.bg

Резюме

Микробните повърхностноактивни вещества са голям брой амфифилни биомолекули с безброй молекулни фрагменти и функционални групи от различни микробни щамове, които са изследвани за свойството им да снижават повърхностното напрежение на граничните повърхонсти между течната и въздушната фаза. Благодарение на универсалните им характеристики техните

приложения се проявяват в различни области, включително в областта на опазването на околната среда и аграрните технологии. Настоящият преглед има за цел да онагледи биохимичните свойства и особеностите в биосинтезата на биосърфактанти, отличаващи се помежду си по своите структурни характеристики, които се произвеждат от различни микробни щамове. Той също така предоставя подробности за ролята на повърхностноактивните вещества от биологичен произход в природата, както и за потенциалните им приложения при технологиите за ремедиация на замърсени почви. Основна отличителна особеност в строежа на биомолекулите на всички изследвани биосърфактанти се явява наличието на остатъци от въглехидрати, аминокиселини, липиди и мастни киселини. Данните, представени в настоящия преглед, илюстрират основните биохимични пътища на биосинтезата нови биосърфактанти от различни микробни щамове. Това би проправило път за перспективи за изследване на биосърфактантите за преодоляване на съществуващите пречки в тази област.

Ключови думи: биосърфактанти, биоемулгатори, вторични метаболити, състояние на околната среда и устойчивост.

Introduction

Environmental legislation has been rapidly evolving in order to develop sustainable products. This has inspired modern researchers to look into natural resources for both industrial and domestic applications (Ambaye et al., 2021). Among diverse synthetic products, surface-active compounds are widely employed throughout the globe, with an increasing trend of their synthesis and subsequent application. Owing to their distinguished properties, for example dispersion, emulsification, biological activity, surfactants have found several industrial applications. Chemical surfactants, also known as surface-active agents, are synthetic molecules mostly used in industrial products such as washing powders, detergents, toothpastes, soaps, and shampoos. However, their implication is associated with various environmental concerns due to their source of origin. Most of the commercially available surfactants are the derivatives of petroleum-based organics therefore, scientists are now looking forward for their possible replacement. Some recent scientific evidences have suggested using bio-based surface-active compounds as an innovative and green replacement of their chemical counterparts (Geys et al., 2014).

Biosurfactants are amphiphilic secondary metabolites that possess significant surface and interfacial activity due to the presence of both hydrophobic and hydrophilic moieties in a single molecule. Due to these properties, biosurfactants tend to solubilize complex hydrophobic compounds and other contaminants in the aqueous system. Biosurfactants derived from microorganisms appeared as an effective choice compared with their chemical counterparts. Various microbes have been known for biosurfactants production; however, there aremany complexations in generalizing their role and properties. Considering the potential of biosurfactants, their applications are growing swiftly, particularly in environmental remediation (Korayem et al., 2015). These molecules are successfully used in wastewater treatment, soil remediation, microbial enhanced oil recovery, pharmaceutical products, petroleum industry, heavy metal remediation, and sludge treatment (Ambaye et al., 2021). Being a green material, biosurfactants are currently getting much attention because they are environmentally friendly. Moreover, when compared to their chemical counterparts, biosurfactants have numerous benefits including biodegradability, bioavailability, biocompatibility, high selectivity, environmental suitability, greater efficiency under higher temperature and saline stresses (Javee et al., 2020).

Properties of Microbial biosurfactants

Biosurfactants are produced by both eukaryotic and prokaryotic species, making them ubiquitous. Microbial biosurfactants are preferred over other biological surfactants due to their instantaneous production, multi-functional attributes, accessibility, and scale-up capacity. The bacterial genera known for the production of biosurfactants include *Actinobacteria*, *Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Bacillus*, *Halomonas*, *Pseudoalteromonas*, *Mycobacterium*, *Alcanivorax*, *Rhodococcus*, and *Arthrobacter*. Although the bacterial species have been comprehensively studied for biosurfactants synthesis, seldom research is conducted to exploit the potentials of fungi for biosurfactant production. Among various fungal species, the eminent producers include *Candida lipolytica*, *Candida bombicola*, *Candida batistae*, *Candida ishiwadae*, *Aspergillus ustus* and *Trichosporon ashii*. It is noteworthy that the nature of produced biosurfactants significantly depends on the composition of the growth substrate provided (Khopade et al., 2012).

The most widely investigated class of low molecular weight biosurfactants are glycolipids. Glycolipid structure is comprised of a hydrophilic carbohydrate moiety connected to hydrophobic fatty acid chains of variable lengths through an ester group. Intern glycolipid biosurfactants are further characterized based on the structure of hydrophilic carbohydrate moiety they possess with rhamnolipids, trehalolipids, mannosylerythritol lipids and sophorolipids being the most prevalent subclasses. Rhamnolipids comprise of one or two fatty acid chains ranging from 8 to 16 carbons in length linked to one or two rhamnose sugarmolecules. The main producer of rhamnolipids is the Gram-negative bacterium *Pseudomonas aeruginosa*, however further research has shown other bacteria species to be actively producing rhamnolipid biosurfactants. The types of rhamnolipids produced depends on the strain, the carbon source used and the culture conditions. Rhamnolipids constitute one of the most interesting classes of biosurfactants because of their advantageous characteristics. Several renewable substrates such as used oils or wastes from the food industry has been reported as suitable carbon sources. Rhamnolipids can reduce the water/air surface tension from 72 mN/m to values close to 30 mN/m, as well as the water/oil interface tension from 43 mN/m to values around 1mN/m. The critical micelleconcentration of pure rhamnolipids and their mixtures depends to a great extent on the chemical composition of the various species and varies from 50 to 200 mg/L. The biosynthesis of rhamnolipid in *P. Aeruginosa* is driven by three enzymes; RhlA generates the fatty acid pre-curser molecular for rhamnolipids; RhlB adds the rhamnose to generate mono-rhamnolipids; RhlC utilisers mono-rhamnolipids as substrate, adding a second rhamnose to form di-rhamnolipids. In *P. Aeruginosa* the *rhlA* and *rhlB* genes are located on a single operon and expression is regulated by an acyl homoserine lactone mediated quorum sensing system expressed from the genes *rhlI* and *rhlR* located on the same operon. In *P. aeruginosa* the rhlC gene, which is ulso under the regulation of the *rhlI*/*R* quorum sensing system is located separately on the bacterial genome, however in other rhamnolipid producing bacteria such as *Burkholderia* species this is not the case with all three biosynthesis genes located together (Didyk-Mucha et al., 2019; Markande et al., 2021).

Sophorolipids consist of a hydrophilic disaccharide sophorose which is comprised of two monomers connected by β-1,2 bonds, the sophorose is intern connected by a glycosidic bond to C16 or C18 hydroxylated fatty acid chains that can be either acetylated or non-acetylated. Sophorolipid congeners either exist as a lactonic or acidic form, with each form possessing differing application. Sophorolipids are synthesized by yeasts such as *Starmerella bombicola*. The surface tension of these biomolecules presents values around 33 mN/m and interfacial tension of 5 mN/m between n-hexadecane and water. *Starmerella bombicola* is considered one of the most productive strains, being able to produce large yields of sophorolipids (on average 300 g/L). Due to this hight yield of

production sophorolipids are the class of microbial biosurfactant that has progressed furthest toward commercial application (Santosa et al., 2019).

Trehalolipids contain trehalosedisaccharides associated with a fatty acid (mycolic acid), have high structural diversity, and are mainly produced by species of the genera *Rhodococcus*, *Nocardia*, *Mycobacterium* and *Corynebacterium.* Trehalolipids from *Arthrobacter* spp. And *Rhodococcuserythropolis* are able to lower surface and interfacial tensions in culture broth to 25–40 and 1–5 mN/m, respectively (Sharuddin et al., 2021).

Mannosylerythritol lipids (MEL) are among the most promising biosurfactants and are abundantly produced from vegetable oils by *Pseudozyma antarctica.* MELs are characterized by mannose sugar linked to a fatty acid and are subdivided according to the length of the hydrophobic fatty acid chain and degree of saturation and/or acetylation in the C4 and C6 positions of the monosaccharide (Santosa et al., 2019).

Other classes of low-molecular weight biosurfactants are the lipopeptides, phospholipids polymeric surfactants. The Gram-positive bacterium *Bacillus subtilis* produces compound called surfactin, a cyclic lipopeptide consisting of seven long-chain hydrophobic amino acids (13–15 carbons in length and a loop of seven amino acids such as L-asparagine (Asn), L-leucine (Leu), glutamic acid (Glu), L-leucine (Leu), L-valine (Val) and two D-leucines connected via lactone linkage. Surfactin is known to be one of the most potent biosurfactants reported. More than 30 types of surfactin have been discovered with different amino acids and fatty acid residues. Surfactin molecules however remains identical depending upon the chiral sequence. Surfactin has anti-bacterial, anti-viral, anti-fungal and anti-mycoplasma activities suitable for health-related applications and can act as an efficient emulsifier, stabilizer, and surface modifier in the food industry. It reduces surface tension from 72 to 27 mN/m with a concentration less than 5% by volume and has also showed a low critical micelle concentration (CMC) and hence has been explored for use in extensive different potential applications. The biosynthesis of surfactin typically produced by *Bacillus subtilis* is driven by the *srfA* operon which encodes the four open reading frames necessary for the building of the megaenzyme surfactin synthetase, that recognizes the seven amino acids in the surfactin molecule. Therefore, SrfAA incorporates the amino acids Glu, Leu, and D-Leu; srfAB incorporates Val, Asp, and D-Leu; whereas SrfAC functions in the incorporation of Leu. In addition, *srfAD* or *srfD* encodes a thioesterase that initiates the surfactin biosynthesis. The activation of the *srfA* operon is regulated by the gene *comA*, which is a transcriptional activator abletobind DNA (Markandeetal., 2021).

Phospholipids are produced in large quantities during the growth of bacteria and yeasts on n-alkanes. *Acinetobacter* spp. And *Thiobacillus trioxidanes* are known to synthesize phospholipid biosurfactants. Emulsan and liposan are polymeric biosurfactants. These compounds serve as emulsifying agents and can be synthesized by bacteria as well as yeasts of the genus *Candida*. The literature off ersreportson the application of liposanasanemulsifier in the food and cosmetic industries (Markande et al., 2021).

Application of Microbial Surfactants in Envoronmental Technologies

Removing such pollutants from the environment is the biggest challenge for government, policymakers, scientists, and societies (Manga et al., 2021).

Biosurfactants are highly biodegradable and non-toxic for creatures and valuable in restoring the polluted environment (Ambaye et al., 2021).

Bioremediation

Environmental contamination remediation is commonly carried out using synthetic surfactants. Biosurfactants are less specific because of their wide range of structures, a rich diversity of functional groups compared to synthetic surfactants. Synthetic surfactants have the advantage of precisely determined chemical composition; hence, their effects are

more predictable, they are, however, more toxic and less degradable than biosurfactants discussed earlier. For sustainable applications, more environmentally friendly options are sought. Synthetic surfactants are made of paraffin, olefins, phenols, or alcohols, SDS, Tween 80, Triton X-100, while biosurfactants are made of cyclic peptides, amino acids, phosphates, carbohydrates, fatty acids, and so on, which form building blocks of living organisms. Hence, they can be more degradable than synthetic surfactants. Biodegradability is an important indicator of environmental sustainability. For efficient degradation, however, the environment must be properly studied to determine the group of biosurfactants that will have the optimal effect. Higher prices of biosurfactants limit their use in bioremediation, however, *in situ* microbial producers may be used to improve cost-effectiveness (Manga et al., 2021).

Even for *in situ* applications, there are still common challenges encountered. Compared to synthetic surfactants, there are fewer standardized protocols, and the structures of biosurfactants are not predetermined as for synthetic surfactants, therefore their effects cannot be as accurately predicted. In line with this, some studies have reported less than optimal or no effects on remediation. Because of the lower labor, material, energy and transportation requirements, *in situ* this method could be both cost-effective and sustainable. Especially for environmental applications, understanding the reason for and mechanism of biosurfactant production by microorganisms, and the development of proper tools for monitoring remediation processes becomes essential (Markande et al., 2021).

Water resources and soil health

Human activities have affected the soil and water resources in various ways. Damage through waste disposal, effluents from agricultural practices have polluted the ground. Organic matter mobilization and bioremediation follow similar mechanisms; meanwhile, stabilization of soil water emulsions is the property that makes biosurfactants suitable for restoring soil health and water (Geys et al., 2014).

Common pollutants includeheavymetals, xenobiotics, radionuclides, whichaffectthe ecosystems in many ways. Surfactants can improve pollutant desorption by increasing their bioavailability, forming complexes, or using ion-exchange mechanisms. Biosurfactants can also be used to remove PAHs from the contaminated aquatic environment due to the adsorption and solubilization of the biosurfactants towards the PAHs. Improved effects on soil washing can be achieved when surfactants are mixed with other compounds, such as plant surfactants to improve efficiency in metal pollution mobilization/washing of soils. Micelles that are hydrophilic on their surfaces and lipophilic in the cores can easily disperse contaminants, such as non-aqueous phase liquids, and significantly increase solubilities in the water phase promoting further contaminant desorption. This also increases the mobility and conductivity of dissolved contaminants in the aqueous phase facilitating subsequent removal by microorganisms. Biosurfactants as future green remediation technology needs further investigation using different wastewater to study the removal of phosphorus, nitrogen, detergents, pesticides, and hydrocarbon, heavy metal, and other pollutants (Markande et al., 2021).

Heavy metals removal

The application of biosurfactants for removal of heavy metals from the polluted wastewater showed biosurfactants could remove the heavy metals through the complexation process by the attraction of the negatively charged molecules of the biosurfactants with the cation of the heavy metals. Chelation of heavy metals by biosurfactants prevents their mobility, such that using accumulators, these complexes can be picked or immobilized in the soil preventing the further spread into the environment. The biosurfactants produced from the *Paenibacillus* sp. D9 has a high removal efficiency

of lead and copper and lower efficiency for removing the zinc due to the biosurfactants' weak binding affinity.Given that most polluted sites are contaminated by more than one type of heavy metal, which might require the use of multiple chelators when using other approaches, a biosurfactant approach leveraging their structural versatility can allow for the chelation of more than one type of metal in co-contaminated sites. The downside is that there is no selective uptake of encapsulated toxic elements as bioavailability increases, other microorganisms to which such compounds are toxic might be affected (Ambaye et al., 2021).

Conclusion

This review showed the widespread prospects of biosurfactants in the agriculture, agrochemical industries, restoring contaminated environments and their sustainability. Biosurfactants are natural, greener, and eco-friendly substitutes for chemical or synthetic surfactants. They can be produced from bioresources by selecting low-cost material and biotechnological approaches at lower production costs. However, its biotechnological and environmental applications process can be inhibited due to its low insolubility and bioavailability, strong adsorption to soil particles, and pollutant hydrophobicity. This issue can be managed by optimized growth/production conditions using economically feasible renewable substrates and efficient multi-step downstream processing. This would help to produce a more profitable biosurfactant. Furthermore, knowing the social and economic benefits of these materials, the optimal conditions for their preparation need to be further investigated.

Acknowledgments

This research is supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science under National Science Fund, „Competition for financial support for projects of junior basic researchers and postdocs – 2022“

References

Ambaye T., M. Vaccari, S. Prasad, S. Rtimi (2021). Preparation, characterization and application of biosurfactant in various industries: A critical review on progress, challenges and perspectives. Environmental Technology & Innovation, 24 : 102090

Didyk-Mucha A., A. Pawlowska, Z. Sadowski (2019). Modification of mineral surfaces by adsorption of biosurfactants produced by *Streptomyces* sp. Colloids and Surfaces A, 579 : 123677

Geys R., W. Soetaert, I. Van Bogaert (2014). Biotechnological opportunities in biosurfactant production. Current Opinion in Biotechnology, 30:66–72

Javee A., R. Karuppan , N. Subramani (2020). Bioactive glycolipid biosurfactant from seaweed *Sargassum myriocystum* associated bacteria *Streptomyces* sp . SNJASM6. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 23 : 101505

Khopade A., B. Ren, X. Liu, K. Mahadik, L. Zhang, C. Kokare (2012). Production and characterization of biosurfactant from marine *Streptomyces* species B3. Journal of Colloid and Interface Science 367 :311–318

Korayem A.S., A.A. Abdelhafez, M.M. Zaki, E.A. Saleh (2015). Optimization of biosurfactant production by *Streptomyces* isolated from Egyptian arid soil using Plackett–Burman design. Annals of Agricultural Science, 60 (2):209-217

Markande A., D. Patel, S. Varjani (2021). A review on biosurfactants: properties, applications and current developments. Bioresource Technology, 330 : 124963

Manga E., P. Celik, A. Cabuk, I. Banat (2021). Biosurfactants: Opportunities for the development of a sustainable future. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 56:101514

Sharuddin S., S. Abdullah, H. Hasan, A. Othman, N. Ismail (2021). Potential bifunctional rhizobacteria from crude oil sludge for hydrocarbon degradation and biosurfactant production. Process Safety and Environmental Protection, 155 : 108–121

Santosa E.F., M.F.S. Teixeir, A. Converti, A.L.F. Porto, L.A. Sarubbo (2019). Production of a new lipoprotein biosurfactant by *Streptomyces* sp. DPUA1566 isolated from lichens collected in the Brazilian Amazon using agroindustry wastes. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 17 : 142–15

БИОМЕТРИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ЯБЪЛКОВО НАСАЖДЕНИЕ СОРТ ФЛОРИНА В МЛАДЕНЧЕСКА ВЪЗРАСТ, ОТГЛЕЖДАНО В РАЙОНА НА КРЕМИКОВЦИ

Антоанета Гигова*, Иван Мортев

Институт по почвознание, агротехнологии и зашита на растенията „Н. Пушкаров“, Селскостопанска Академия, София.

**E-mail: antoaneta.gigova@abv.bg*

Резюме

През 2020 – 2022 година на територията на опитно поле „Челопечене“ на ИПАЗР „Н. Пушкаров” е проведен експериментален опит с интензивно ябълково насаждение сорт Флорина, създадено през 2017 година. Почвата в изследвания район е излужено Канелена горска. При направените сравнения на биометричните характеристики на дърветата, отглеждани с капково напояване и мулчиране и тези без мулчиране през периода 2020-2022 г., резултатите показаха, че под влияние на мулчирането ябълковите дръвчета проявяват по-силен растеж по следните показатели: обиколката на стъблата, напречно сечение на стъблата, средна височина на дръвче и обем на короната. Средната обиколка на стъблото нараства от 167 mm до 241 mm при използването на мулч, и от 140 mm до 218 mm при варианта без мулч. Обиколката средно при използването на мулч е с 10% по-голяма. Средно напречното сечение на дървото нараства от 22.66 cm^3 през 2020 г до 47 cm^3 през 2022г. при използването на мулч. А при вариантът без мулч е 16.34 cm^3 през 2020 г до 31.62 cm^3 през 2022г. Средната височина на ябълковото дърво сорт Флорина е 3.25 m до 3.54 m при използването на мулч и 3.10 m до 3.54 m при варианта без мулч. При височината на дърветата не се наблюдават съществени разлики при двата варианта. Най-големи разлики се наблюдаватпри оформянето на короната/ обема на короната през разглежданите години.

Основна цел: Изследване на влиянието на оптималното напояване върху биометричните показатели на супер-интензивни ябълково насаждение при капково напояване и мулчиране.

Ключови думи: капково напояване, ябълково насаждение, биометрични показатели, мулчиране.

THE BIOMETRIC INDICATORS OF AN APPLE ORCHARD OF THE FLORINA VARIETY IN ITS INFANCY, GROWN IN THE KREMIKOVTZI REGION

Abstract

In 2020 - 2022, on the territory of the experimental field "Chelopechene" of ISSAPP "N. Poushkarov". an experimental trial was conducted with an intensive apple plantation of the “Florina”: variety, created in 2017. The soils in the study area are leached cinnamon forest. When comparing the biometric characteristics of the trees grown with drip irrigation and mulching and those without mulching in the period 2020-2022, the results showed that

under the influence of mulching, the apple trees showed stronger growth according to the following indicators: the circumference of the stems, stem cross-section, average tree height and crown volume. Average stem girth increased from 167 mm to 241 mm when using mulch, and from 140 mm to 218 mm when using no mulch. The average circumference when using mulch is 10% larger. The average tree cross-section increased from 22.66 cm^3 in 2020 to 47 cm^3 in 2022. when using mulch. And for the version without mulch, it is 16.34 cm^3 in 2020 to 31.62 cm^3 in 2022. The average height of the Florina apple tree is 3.25 m to 3.54 m when using mulch and 3.10 m to 3.54 m when using no mulch. There are no significant differences in the height of the trees in the two variants. The biggest differences are observed in crown formation/crown volume in the years under review.

Main objective: Investigating the influence of optimal irrigation on the biometric indicators of a super-intensive apple orchard under drip irrigation and mulching

Key words: drip irrigation, apple orchard, biometric indicators, mulching.

Въведение

Ябълковите насаждения са едни от най-широко застъпени в нашата страна с най-голям стопански ефект. Средно за 2022 година общите площи с ябълкови насаждения са 4 433 ha, със среден добив от 1 250 kg da^{-1}. Сортът Флорина е устойчив на икономически най-важната болест при ябълките – струпясване. Късен сорт зрее през периода 25 септември до 5 октомври с много добри вкусови качества.

Територията на нашата страна се отнася към районите с неустойчиво овлажняване. Засушаванията са особено чести, силни и продължителни през периода юли-септември, когато ябълковите плодове нарастват интензивно. Едно от най-важните мероприятия, което осигурява нормален растеж на дърветата, редовни и качествени добиви, е напояването. Изследванията у нас показаха, че оптималната предполивна влажност за ябълката е 70-80% ППВ в слоя до 0.60 m, където е разположена основната част от кореновата система и почвената влага трябва да се поддържа над това ниво. (Petrova & Kireva, 2016; Gaidarova, S., et. al. 2012).). Комбинацията от прилагането на мулч и капково напояване за поддържане на почвената влага води до подобряване на добива (Zheng, Ch, et. al. 2021). Мерките за мулч на почвата ефективно подобрят физикохимичните свойства на почвата и водните условия, като по този начин насърчават растежа на растенията и увеличават добивите. (Vincent-Caboud et al., 2019). Пластмасата и сламата са най-често използваните материали за мулчиране. Пластмасовият мулч намалява изпарението на повърхността на почвата чрез осигуряване на физическа бариера, повишава температурата на почвата и потиска развитието на плевели. (Wang, X., et. al., 2019).

В зеленчукопроизводството у нас и в чужбина масово се въвежда в практиката прилагането на мулчиране. В Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров“ за първи път се провеждат научни и лабораторни изследвания за прилагането на пластмасов мулч при овощни дървета.

Основна цел: Изследване на влиянието на оптималното напояване върху биометричните показатели на супер-интензивни ябълково насаждение при капково напояване и мулчиране.

Материали и методи

Обектът на изследването е интензивно ябълково насаждение, засадено през есента на 2017 година на опитно поле „Челопечене” на ИПАЗР „ Н. Пушкаров”. Почвата в изследвания район е излужено Канелена горска, образувана върху делувиални наноси. По международната класификация на ФАО се определят като

Chromic Cambisol. По механичен състав почвата е тежко песъчливо - глинеста в орния слой и леко-глинеста в подорния.

Таблица 1. Агрохимични анализи на излужена канелена горска почва в Опитното поле на ИПАЗР “Н. Пушкаров”
Table 1. Agrochemical analyzes of Leached Cinnamon forest soil in the Experience Field of ISSAPP "N. Poushkarov"

pH		Σ N-NH_4 + NO_3	P_2O_5	K_2O	Хумус
H_2O	KCl	mg/kg	mg/100gr		%
6.8	6.1	96.2	2.7	25.0	3.35

От направения химичен анализ на средна проба на дълбочина 0-0.60 m. в началото на провеждане на експеримента установихме, че почвата е добре запасена с азот, много ниско запасена с фосфор и средно запасена с калии. (по AL метода). Направихме есенно подхранване на почвата с 5 kg da^{-1} P_2O_5, 6 kg da^{-1} K_2O при обработката на междуредията. Азотните торове под формата на амониева селитра по време на вегетация в два приема 6 kgda^{-1} N с поливната система. С оглед поддържа оптималното съдържание на азот в листата – от 2.2 до 2.8%, фосфор 0.18-0.30% и 1.1-1.6 % калий. (Apostolova, M, Nikolova, M, et. all, 2014)
Валежите са твърде неравномерно разпределени, както по сезони, така и по месеци. Лятото е много сухо и горещо. Високите среднодеионощни температури водят допълнително до засилване ефекта на сушата през този период от годината.

Метод на залагане на опита: Опитът е заложен по метода на дългите парцелки с по четири повторения от всеки проследяван вариант, с по три дръвчета.

Варианти на опита:

1) Без напояване - контрола
2) Напояване със 100% н.н. (поддържане на 70% от ППВ)
3) Напояване със 100% н.н. с мулчиране (пластмасов мулч), (поддържане на 70% от ППВ)

Вътре редовите разстояния от 2 m и са съобразени с вида на подложката и евентуалните размери на короните след тяхното окончателно формиране. Междуредовото разстояние е 3 m. Големината на опита е 21.5х 28 m = 602 m². Големината на опитната парцелка е 18 m².

Поливна техника и технология:

Почвената влажност в насаждението ще се поддържа посредством система за капково напояване. За по-ефективно използване на водата ще се мулчира.

Агротехника – стандартна

1. Обработки на почвата:

Конвенционални – дълбока оран, риголване

2. Растителна защита:

В насаждението се прилагат екологосъобразна растителна защита. Проведена е борба срещу плевелите, през първата десетдневка на м. юни и втората десетдневка на м. август 2020, 2021 и 2022 г, като е използван препарат *Раундъп КЛАСИК ПРО,* неселективен системен листен хербицид за борба срещу едногодишни и многогодишни тревни и широколистни плевели. Проведена е и борба срещу болести и неприятели през първата десетдневка на м. юни , втората

десетдневка на м. юли и втората десетдневка на м. август на съответните години г, като е пръскано с препарат *Флинт Макс 75 ВГ и Моспилан ВГ* широкоспектърен, мезостемен и системен фунгицид с предпазно и лечебно действие срещу гъбни патогени от клас Ascomycetes, *Калипсо 480 СК*, инсектицид от групата на хлорникотинилите с широк спектър на действие и *Нуриле - Д* комбиниран органофосфорен-пиретроиден инсектицид, със силно изразено инициално действие. Извършени са и есенно зимните агротехнически мероприятия за 2020, 2021 и 2022 г - свързани с пръскане с Шампион – ВП, Вазтак Нов 100 ЕК и Акарзин контактен фунгицид с предпазно действие. Пръскането цели овощките да се предпазят от бактерийно изсъхване, сачмянка, ранно кафяво гниене, огнен пригор и др. Пръскането на овощните дървета се проведе и през трите години в тихи, слънчеви дни, при температура на въздуха над 5° С° и под 25 С°.

3. Резитби:

През първите няколко години, прилаганите зимни резитби ще бъдат насочени главно за формиране на короните.

Проследяване растежните особености на експерименталните дървета:

1. Обиколка на стъблата на 0.35 m над спойката на присаждане, в края на вегетацията. Тя е измерена в две перпендикулярни посоки – по посока на реда и по посока, напречно на реда.2. Въз основа на този показател е определена площта на напречното сечение на стъблата в cm^2;

2**.** Височина на дърветата в m, в края на вегетацията;

3. Ширина на короните в m, в края на вегетацията. Тя е измерена в две перпендикулярни посоки – по посока на реда и по посока, напречно на реда;

4. Обем на короните. Той ще бъде определен по формула, отговаряща на съответната формировка $V = 4/3\pi a b^2$ (1)

където:

a – ½ от диаметъра на короната, отчетен в две перпендикулярни посоки;

b– ½ от височината на короната.

Резултати и обсъждане

При направените сравнения на биометричните характеристики на дръвчетата, отглеждани с капково напояване и мулчиране и тези без мулчиране през 2020 г., резултатите показаха, че под влияние на мулчирането ябълковите дръвчета проявяват по-силен растеж по всички показатели: обиколката на стъблата, обем на короните, напречно сечение на стъблата и височина дръвчетата. Средната обиколка на стъблата на дръвчетата при мулчиране е 163.53 mm, 114 % по-голяма спрямо средната обиколка на стъблата на дръвчетата, отглеждани без мулчиране – 143.50 mm т.е. показват 1.14 пъти по-силен растеж.

По отношение на обема на короните – показател, характеризиращ силата на растеж на младите дръвчета, е установено, че при прилагане на капково напояване с мулчиране, той е средно 5.22 m^3 , докато дръвчетата, отглеждани без мулчиране имат среден обем на короните 4.29 m^3 т.е при напояване с мулчиране дръвчетата са с 1.2 пъти по- добре формирани корони.

Средното напречно сечение на стъблата на дръвчетата, отглеждани при капково напояване и мулчиране е 21.89 cm^2, същият показател за екпериментални дървета, отглеждани без мулчиране е с 120.8% по-ниска стойност – 18.11 cm^2 т.е фиданките, отглеждани с мулчиране по този показател имат по- добро развитие с 1.2 пъти.

При варианта с мулчиране експерименталните дръвчета са със средна височина 3.3 m и са по-високи от дръвчета от варианта без мулчиране, където средната височина е 3.1 m., т .е. фиданките, отглеждани с мулчиране по този показател имат по- добро развитие с 1.1 пъти.

При направените сравнения на биометричните характеристики на дръвчетата, отглеждани с капково напояване и мулчиране и тези без мулчиранепрез 2021 г., резултатите показаха отново, че под влияние на мулчирането ябълковите дръвчета проявяват по-силен растеж по всички показатели: обиколката на стъблата, напречно сечение на стъблата, средна височина на дръвче и обем на короната. Средната обиколка на стъблата на дръвчетата при мулчиране е 200.1 mm, с 108.5 % по-голяма спрямо средната обиколка на стъблата на дръвчетата, отглеждани без мулчиране – 184.4 mm т.е. показват 1.1 пъти по-силен растеж.

При варианта с мулчиране експерименталните дръвчета са със средна височина 3.2 m и са по-високи от дръвчета от варианта с мулчиране, където средната височина е 3.1 m. Дръвчета отглеждани при варианта с мулчиране са с 1.03 пъти по-високи от тези отглеждани без мулч или са с 103.2 % по-високи.

Средното напречно сечение на стъблата на дръвчетата, отглеждани при капково напояване и мулчиране е 34.11 cm^2, същият показател за експерименталните дървета, отглеждани без мулчиране е с 121.8 % по-ниска стойност – 28.1 cm^2 т.е фиданките, отглеждани с мулчиране по този показател имат по- добро развитие с 1.21 пъти.

По отношение на обема на короните е установено, че при прилагане на капково напояване с мулчиране, той е средно 10.5 m^3 , докато дръвчетата, отглеждани без мулчиране имат среден обем на короните 9.5 m^3 т.е при напояване с мулчиране дръвчетата са с 1.1 пъти или 110% по- добре формирани корони от тези без мулч.

При направените сравнения на биометричните характеристики на дръвчетата, отглеждани с капково напояване и мулчиране и тези без мулчиране през 2022 г., резултатите показаха, че под влияние на мулчирането ябълковите дръвчета проявяват по-силен растеж по следните показатели: обиколката на стъблата, напречно сечение на стъблата и средна височина на дръвче. Средната обиколка на стъблата на дръвчетата при мулчиране е 235.67 mm, с 108.1 % по-голяма спрямо средната обиколка на стъблата на дръвчетата, отглеждани без мулчиране – 93.707 mm т.е. показват 1.1 пъти по-силен растеж.

При варианта с мулчиране експерименталните дръвчета са със средна височина 2.64 m и са по-високи от дръвчета от варианта с мулчиране, където средната височина е 2.6 m. Дръвчета отглеждани при варианта с мулчиране са с 1.01 пъти по-високи от тези отглеждани без мулч или са с 101.5 % по-високи.

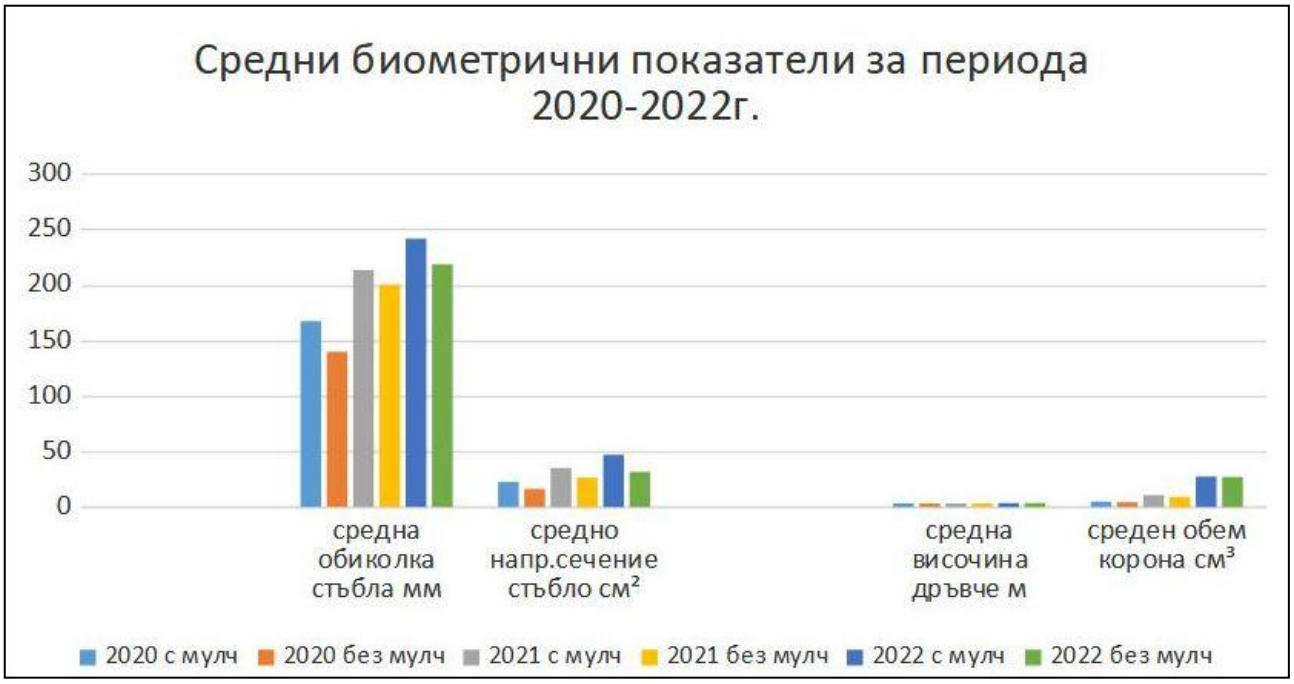
Средното напречно сечение на стъблата на дръвчетата, отглеждани при капково напояване и мулчиране е 8.554 cm^2, същият показател за експерименталните дървета, отглеждани без мулчиране е с 114.7 % по-ниска стойност – 7.452 cm^2 т.е фиданките, отглеждани с мулчиране по този показател имат по- добро развитие с 1.1 пъти.

По отношение на обема на короните е установено, че при прилагане на капково напояване с мулчиране, той е средно 4.8 m^3, докато дръвчетата, отглеждани без мулчиране имат среден обем на короните 5.3 m^3 т.е при напояване с мулчиране

дръвчетата са с 1.1 пъти по - слабо формирани корони, за разлика от предходната експериментална година, когато средният обем на коронотите на дръвчета отглеждани при варианта с мулч дадоха по-добри резултати.

Таблица 2. Средни биометрични характеристики по варианти 2020, 2021, 2022
Table 2. Average biometric characteristics by variants 2020, 2021, 2022

Година,Year	***Вариант, Variant***	***Средна обиколка стъбла, average stem circumference, mm***	***Средно напр.сечение стъбло, average cross-section stem, cm²***	***Средна височина дръвче, height tree m***	***Среден обем корона, average crown volume, m³***
2020	*с мулч*	167.35	22.66	3.25	4.88
	без мулч	139.87	16.34	3.1	4.28
2021	*с мулч*	213.33	35.22	3.2	10.72
	без мулч	200.27	26.49	3.1	9.06
2022	*с мулч*	241.63	47.03	3.54	27.46
	без мулч	218.62	31.62	3.6	27.09



Фигура 1. Средни биометрични характеристики по варианти за 2020, 2021,2022
Figure 1. Average biometric characteristics by variant for 2020, 2021, 2022

Изводи

През периода на младенческа възраст ябълковото насаждение се развива право пропорционално през разглежданите години 2020 - 2022, като:

- Средната обиколка на стъблото нараства от 167 mm до 241 mm при използването на мулч, и от 140 mm до 218 mm при варианта без мулч. Обиколката средно при използването на мулч е с 10% по-голяма.
- Средно напречното сечение на дървото нараства от 22.66 cm^3 през 2020 г до 47 cm^3 през 2022г. при използването на мулч. А при вариантът без мулч е 16.34 cm^3 през 2020 г до 31.62 cm^3 през 2022г.
- Средната височина на ябълковото дърво сорт Флорина е 3.25 m до 3.54 m при използването на мулч и 3.10 m до 3.54 m при варианта без мулч. При височината на дърветата не се наблюдават съществени разлики при двата варианта.
- Най-големи разлики се наблюдават при оформянето на короната/ обема на короната през разглежданите години.

При направените сравнения на биометричните характеристики на дръвчетата, отглеждани с капково напояване и мулчиране и тези без мулчиране през периода 2020-2022 г., резултатите показаха, че под влияние на мулчирането ябълковите дръвчета проявяват по-силен растеж по следните показатели: обиколката на стъблата, напречно сечение на стъблата, средна височина на дръвче и обем на короната.

Литература

Apostolova, M., Nikolova, M., Bistrichanon, S., Valeva, N., Jordanov, A., Kostadinova, S., Manolov, I., Mitova, I., Popov, K., & Shaban, N., (2014). Good practices for sustainable crop nutrition management, pp.60.

Gaidarova, S., & Daskalova, A. (2012). Agro-meliorations, pp. 252-256.

Doychev, D., Gospodinova, M. (1986). Studies on the irrigation regime of the apple under drip irrigation. V.P. TPVS, 3/1986, 21-24.

Doychev, D., Domozetov, D., Iliev, S., & Vasileva, D. (1991). Results of the establishing a technology for growing intensive apple orchards under drip irrigation. *Plant Sciences*, *4*, pp. 80-85.

Dochev, D., Doychev, K., & Ivanov, A. (1982). Parameters of the irrigation regime for the main fruit crops. In support of technical progress in water management, 1/1982, pp. 4-12.

Gandev, S., & Dzhuvinov, V. (2014). Training and pruning of apple and modern trends of development–an overview. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *1*(Özel Sayı-1), 1264-1267.

Petrova, V., Vilcek, J., & Dimitrov, P. (2010). Model and preparation of a program product for efficient use of irrigation water according to its quality. Agricultural technology 3/2010, pp. 96-101. ISSN 0037-1718.

Petrova, V., & Kireva, R. (2016). Optimizing the depth of irrigation wings in water-saving technologies of intensive crops and vegetables. *Journal of mountain agriculture on the Balkans,* vol. 19, 5, 2016, pp. 170-184, ISSN 1311-0489 (Print), ISSN 2367-8364 (Online).

Kireva, R., Petrova, V., & Markov, Ev. (2017). Drip Irrigation of Apples at Moderate Continental Climate. International Research Journal of Engineering and Technology,

Volume 4, Issue 09, September 2017, pp. 642-645, ISSN, ISSN (Online) 2395-0072, Impact Factor value: 5,181, ISO 9001: 2008, *Certiffied Journal*.

Vincent-Caboud, C., Christophe, M., Matthew, D., Ryan,. R., Silva, E. & Josephine. (2019) Use of cover crop mulch to facilitate organic soybean and corn production. Agronomy for Sustainable Development volume 39, Article number: 45 (2019)

Walsh, B. D. (1994). Mulch management systems in organic dwarf apple orchards and their effects on soil physical properties, soil nutrient av ailabilityq and tree nutrition. Department of Natural Resource Sciences, McCill University, Montreal.

Wang, X., Fan, J., Xing, Y., Xu, G., & Li., Z. (2019). The effects of Mulch and Nitrogen Fertilizer on the Soil Environment of Crop Plants. Elsevier, vol. 153, pp.121-173.

THE RISK OF DESERTIFICATION IS A HUGE PROBLEM FOR GREECE

Christos Paschalidis[1], Stavros Sotiropoulos[1], Antonia Koriki[1], Giovas Dimitrios[2]

[1]The School of Agriculture and Food the University Peloponnese, Antikalamos, Kalamata, 24100,Greece
[2]Master of science in chemistry

e-mail: chpaschal46@yahoo.gr

Abstract

Land degradation due to climate change is negatively affecting agriculture, infrastructure and biodiversity, "undermining the well-being of 3.2 billion people" according to the UN. According to the report of the Study Committee on Climate Change, there is an alarming increase in all indicators showing the risk of desertification in the Eastern Mediterranean and in Greece, as a country located at the southernmost tip of the Balkan Peninsula. The risk of desertification is greater in areas of the country where rainfall decreases and where extreme events such as floods and droughts and devastating fires alternate. According to data from the European Union's Copernicus climate change agency, in Greece at the end of July 2023, more than 100 forest fires caused significant damage to the atmosphere, emitting a total of over one million tons of carbon dioxide per month. Given that forests influence and shape the Mediterranean landscape and as the phenomenon of forest fires has reached enormous proportions, it is actually tending to develop into one of the country's most serious problems. Recent studies have shown that about 30% of the country is at high risk of desertification, while another 35% is at moderate risk. In conclusion, in Greece, the Climate Change is present with the increase in the frequency of extreme phenomena, such as large fires, heat waves and high-intensity rainfall in recent years, which, in addition to the degradation of the flora, favor soil erosion and flooding phenomena, given that the country's land resources are among the most sensitive, due to its land, geomorphological and topographical conditions.

Key words: Greek Agriculture, Soil Resources, Soil degradation ,Soil erosion, Desertification.

Introduction

Greek Agriculture and Soil Resources

In Greece, agriculture plays a key role in supporting the socio-economic sustainability of rural areas, as this sector is the main user of agricultural land. In Greece, agriculture covers a large part of its territory. It accounts for about 30% of the total area. The total cultivated agricultural land (arable crops, horticultural land, permanent crops) amounts to 3,221,680 hectares compared to the 171,603,000 hectares of the EU-27. In 2018 the main crop groups per year were distributed as follows: 53.4% of cultivated area (1,719,600 hectares) was used for arable crops, 1.9% (61,890 hectares) for horticultural, 33.7% (1,085,100 hectares) for permanent crops and 11.0% (354,760 hectares) of arable land was under set-aside. 56% of arable land is located in lowland areas, while the rest is in mountainous or semi_mountainous areas. An important parameter for crop efficiency is the irrigated agricultural area. One-third of the arable land is irrigated. The highest irrigation rates (97%) are occupied by horticultural crops, 43% by arable land, 38% by tree crops and 36% by viticulture. The average size of agricultural holdings is less than 5.0 hectares and the number of large farms has increased. Thus, 76.0% of rural households have a size of less than 5 hectares, while less than 1% have a size of more than 50

hectares. It is worth noting that agriculture must take care of soil protection, water quality, natural resources because these are vital factors in ensuring the sustainability of humanity. At the same time, extreme weather eventsrelatedto climate change, desertification and landoccupation for urban expansion and construction of buildings exacerbate this trend (Lareshin et al., 2008). Thisis of direct interest inGreece and for Europe, ascompetition for land and water creates a serious threat ofgeopolitical imbalance. In addition, land degradation leadsto a global reduction in multifunctional soils. In the future,the European Union will continue to depend on its limitedland resources, includingsome of the most fertile soils inthe world. The article provides data derived from recentsoil surveys across main agricultural regions of Greece.The data related to land use for agricultural production,to the presenceof problem soils, to soil degradation desertification, and erosion.

Territorial resources and Problem Soil of Greece

According to the report of the Study Committee on Climate Change, there is an alarming increase in all indicators showing the risk of desertification in the Eastern Mediterranean and in Greece, as a country located at the southernmost tip of the Balkan Peninsula. The risk of desertification is greater in areas of the country where rainfall decreases and where extreme events such as floods and droughts and devastating fires alternate. According to data from the European Union's Copernicus climate change agency, in Greece at the end of July 2023, more than 100 forest fires caused significant damage to the atmosphere, emitting a total of over one million tons of carbon dioxide per month. Given that forests influence and shape the Mediterranean landscape and as the phenomenon of forest fires has reached enormous proportions, it is actually tending to develop into one of the country's most serious problems.

Table 1. Soil Allocation of Greece (%)

(Land %)/ Decade	1960- 1969	1970- 1979	1980- 1989	1990- 1999	2000- 2003
Agriculture Land	70	71	71	70	66
Crops	23	23	22	22	21
Forestry	..	..	..	26	28

Source: WDI 2007

Table 2. Categories of Quality of Greek Soill Resources

	10^6 ha	%
High quality of Soil	2.49	19
Average quality of Soil	2.33	18
Low quality of Soil	7.57	57
Non uncluded area (urban land, lakes, etc)	0.79	6

Source: CEC 1992

The soil resources of Greece are among the most vulnerable to degradation, since soil, geological, topographic and climatic conditions are unfavorable. The relatively low percentage (1–1.5%) of soil organic matter content, the intense terrain with fragile geological materials covering most of the surface, mountain ranges and strong slopes of the earth contribute to soil degradation . (Simonis A, 1993). Agricultural land has the highest productivity for the use of certain goals, without loss of productivity. Pastures land

have medium productivity and forests land have even lower productivity. High-quality soils occupy 2,492,000 ha, soils of average productivity occupy 2,334,000 ha, and poor-quality soils occupy 7,580,000 ha (Table 2

It is well known that soil formation is determined by the influence and interaction of various factors, such as source material (parent rock), climate, fauna and flora, topography, time and anthropogenic impact. Soils acquire variou properties (natural chemical and biological) that are directly related to their use for a specific purpose. Nevertheless, there are some groups of soils with certain properties, which in fact create unfavorable conditions for plant growth, which makes them prohibitive for any cultivation. In these cases, the problem soil is determined solely on the basis of their specific features, that is, either a very acidic pH, or an extremely high salinity, or a high content of CaCO3.). They always occur naturally, including saline soils, acidsulfate soils, sandy soils, skeletal soils and shallow soils. These soils are the source of serious soil degradation onditions that can accelerate the soil erosion process(FAO, 1994).

In this sense, the soil is actually problematic, because it is unsuitable for any use under agricultural crops. These lands must be improved in order to be used. Problem soils, according to the FAO reference, are classified into the following categories a) Salt affected soils b) Acid soils c) Calcareous d) Organic or peat soils e) Heavy clay soils and f) Steep slope soils In Greece arid conditions prevail, contributing to the formation of especially saline soils, which contributes to the presence of problematic soils. The main anions that cause mineralization of the soil are chlorine, sulfate, sodium and magnesium, and sometimes nitrates.

Despite these problems that exist in calcareous soils, productivity is significantly improved when they are irrigated and a rational agricultural system is introduced. (Koukoulakis & Papadopoulos, 2007). Greece, in addition to problem salted acidic calcareous soils, there are two other main problems associated with soil, such as erosion and desertification of territories. Erosion causes soil degradation, partial or complete loss of productivity. The physical natural geological geomorphological topographic and climatic conditions of the country contribute to the development of all forms of erosion (Mitchios et. al., 1995). Greek soils are among the most sensitive to erosion in the world for the following reasons: a) There is no formation of stable soil colloids that counteract the destructive power of rain drops. b) Low soil water-absorbing ability c) The fragile geological rocks and minerals that are found in most Greek lands d) The surface of mountain ranges and sharp declines e) The dry climate with a combination of heavy rains In addition to the above reasons, there are other factors that cause soil erosion in Greece, such as the limited use of manure and other organic fertilizers (green fertilization with various plant residues, municipal wastewater, etc.), the use of heavy machinery, insufficient monoculture of the soil cover for many years, sowing of grain on mountainous areas, excessive grazing and frequent fires observed on pastures and forests. In Greece, about 26.5% of the total land area (3,500,000 hectares approximately) are subject to various erosion. Even worse, with the problemof desertification of the landsin Greece, according to the National Committee for the study of the problem of desertification, 35% of the territory of Greece are at risk or already have signs of desertification, 49% are at moderate risk, and only 16% of the country is not at risk. 8% of agricultural land in Greece - about 300,000 ha essentially should be taken out of production, since they can no longer be cultivated. More sensitive areas of Greece include Crete, the Aegean, East Peloponnese, East-Central Greece, Evia, parts of Thessaly and specific areas of Macedonia and Thrace. The degradation of soils to such extent that they lose their fertility, "to die", are caused by various factors, including climate change and human activities. Thus, desert land is not capable of either producing or conserving vegetation. It takes 5–10 centuries in the case of limestone rocks and 50 years in the case of shale rocks to create one centimeter of soil. But it can be destroyed within a decade. Soil is a natural

resource that can hardly be replaced (Kosmas, 2017). The lack of land use planning in Greece exacerbated the problem, because in areas such as Thessaly plain, where land was industrial enterprises were created, intensive cultivation on that plain led to the depletion of groundwater, resulting in salt water reaching the Karditsa plain of Thessaly nowadays. The risk of desertification is very high in Greece and the rest of area from the Mediterranean basin. In fact, climate change and rising temperatures create a vicious circle that dramatically affects development the phenomenon. Rising temperatures and heavy rains accelerate the desertification process. At the same time, when the soil is a dead body, it cannot only “nourish” plants that protect the erosion process, but also cannot control the temperature changes. Recent studies have shown that about 30% of the country is at high risk of desertification, while another 35% is at moderate risk. In conclusion, in Greece, the Climate Change is present with the increase in the frequency of extreme phenomena, such as large fires, heat waves and high-intensity rainfall in recent years, which, in addition to the degradation of the flora, favor soil erosion and flooding phenomena, given that the country's land resources are among the most sensitive, due to its land, geomorphological and topographical conditions.

References

[1] CEC, 1992. The State of the Environment in the European Community, EEC Com (92) 23 final vol. III, Brussels, Belgium
[2] European Commission, 2007. Agriculture in the European Union, Statistics and Economic Information. DG for Agriculture and Rural Development Brussels.
[3] European Commissiion - Eurosttat, 2010. Farm Structure-Historical Results- Surveys from 1966/67 to 1997. Eurostat.
[4] FAO. 1994. The collection and analysis of land degradation data. RAPA Publication1994/3 Bangkok: FAO
[5] Kaditi E., Nitsi E., 2010. Agricultural Sector in Greece, Athens, p. 266. (In Greek).
[6] Koroxenidis N., 1985. Problems of acidic soils First Scientific Conference of the Greek Association of Soil Scientists, Thessaloniki pp. 101-106. (In Greek).
[7] Kosmas K., 2017. Desertification of the land - the experience of Greece Environment - Ecology. Athens, ((in Greek)
[8] Kosmas, C., N. Moustakas, N. Danalatos and N. Yassoglou.1996. The Spata field site in: J. Thornes and J. Brandt(eds), Mediterranean desertification and land use, J. Wiley and Sons, Chichester England, pp.207-228.
[9] Koukoulakis P., Papadopoulos A., 2007. Problematic soils and their improvement Publisher A., Stamulis, Athens, p. 401 (in Greek)
[10] Koukoulakis P., Simonis A., Herzis A., Paschalidis H., and Rigas G., 2000. Problem maps due to soil salinity and the basis for fertilizing. 8 Congress of the Greek Association of Soil Scientists. Kavala, pp. 178-189 (in Greek).
[11] Lareshin V., Bushuev N., Skorikov V., Shuravilin A., 2008. Preservation and increase of fertility of agricultural land. Textbook of RUDN University, Moscow
[12] MisopolinosN., 1991. Problematic Soils Studying Prevention Improvement Publishing House Yahudi-Yapudi Thessaloniki.
[13] Mitchios I., Paschalidis H., Paganias K., 1995. Soil erosion Anti-erosion protection measures Publisher ZYMEL Athens p. 68 (in Greek)
[14] Oldeman, L., 1994. The global extent ofsoil degradation. In: D. Greenland, and I. Szabolcs (eds), soil resilience and sustainable land use CAB International, Wallingford, pp. 99-118.
[15] Paganias K., Mtichios I., Paschalidis Ch., 1992. National Problem Protection from Soil Erosion of Greece J. Al Rural Copy of Athens pp. 5-8 (in Greek).
[16] Paschalidis Ch., Petropoulos D., Sotiropoulos D., L. Papakonstinou., 2018. The European Union S Common Agricultural Policy and Development of Agro- Food

Sector in Greece. RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries Vol.13N0 4 pp 373-382.

[17] Paschalidis Ch., Petropoulos D., Sotiropoulos S., Zamanidis P., Chamourliev G., L., Papakonstinou.2018. Human trends of Greece agricultural policy. Volgograd: VGAU Publ., 2018.

[18] Paschalidis Ch., Sotiropoulos S., Kavvadias V., Chouliaras I., Theodorou M., Liakopoulou Ch and D., Petropoulos 2016. The Effect of Climate and Other Factors of Organic Matter in Greek Soil. Fourth National Conference Humus Substances and their Contribution to the Climate Change Mitigation Sofia Bulgaria page. 133-141.

[19] Paschalidis Ch., Sotiropoulos S Papakonstinou.L., Petropoulos D.,Kavvadias V., Paschalidis D., and Ch., Christodoulou , 2020.Soil Resources and the Role in Agriculture Sektor of Greek Economy. Environment and Ecology Research 8(3): 70-75.

[20] Ruellan, A., 1977. Morphology and Distribution of calcareous Soils in the Mediterranean and Desert Regions FAO Bull. 21. Calcoreous Soil. FAO Rome 1977.

[21] Simonis A., 1993. Problem soils of Greece FAO / ECE symposium on Agriculture and the Environment, Geneva Switzerland.

[22]YassoglouN.,TsadilasCh.,KosmasC.2017.TheSoilsofGreece.Springer,2017

23] Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys USDA Agricultural Handbook 436.U.S Government Printing Office, Washington, D.C., p.754

[24] Lekka ·Ch . Petropoulos G.,· TriantakonstantisD., Detsikas S.,and Ch., Chalkias. Exploring the spatial patterns of soil salinity and organic carbon in agricultural areas of Lesvos Island, Greece, using geoinformation technologies Environ Monit Assess (2023) 195:391 https://doi.org/10.1007/s10661-023-10923-5

STUDY OF THE RESIDUAL ACTION OF CADMIUM IN THE CULTIVATION OF LETTUCE

Christos Paschalidis[1], Stavros Sotiropoulos[1], Antonia Koriki[1], Giovas Dimitrios[2]

[1]The School of Agriculture and Food the University Peloponnese, Antikalamos, Kalamata, 24100, Greece
[2]Master of science in chemistry

e-mail: chpaschal46@yahoo.gr

Abstract

This work presents the results of the study of the residual effect of Cd in lettuce cultivation. The experimental design, lasting 2 years, was carried out in containers with a volume of 5 liters, using sandy clay soil as a substrate. The first year included 5 treatments of five replicates, with the addition of 4 levels of Cd amounts (5, 10, 40 and 80 mg Cd^{-1}) in nitrate form of cadmium [$Cd(NO_3)_2$], with the addition of N P K 0.20 gr/kg including the control. In the second year, in the same containers of the treatments, before sowing with lettuce variety Paris Island cos., the soil substrate was disturbed without adding fertilizers. The soil substrate in the containers was kept at 60% of its water capacity. It was found that the aboveground fresh weight of lettuce was greater in the NPK plus Cd treatments, relative to the control, attesting to their residual action. Also, Cd levels were positively correlated with aboveground fresh weight of lettuce plants due to the nitrate form of heavy metals.

Key words: Lettuce, cadmium, soil, toxicity, yield.

Introduction

Cadmium (Cd) input into agricultural soils is due to the application of phosphatic fertilizers (Jones et al., 1973; Jones et al., 1992; McLaughlin et al., 2000), soil amendments with municipal sewage sludges, and atmospheric deposition (Weissenhorn and Leyval 1995). Cd is one of the most toxic nonessential and mobile metallic elements found in soils and can easily be accumulated by agricultural crops and it can have numerous adverse effects on plant physiology, such as chlorosis, necrosis, vein reddening, affecting nutrient uptake (Jadwiga, 1990). Messinia is one of the most important agricultural areas in Greece in terms of intensive vegetable production, located in the southwestern part of Peloponnese, Greece. In this area, crop production is accompanied by the use of large amounts of pesticides and organic and inorganic fertilizer inputs, which promote the accumulation of heavy metals such as Cd. Cd accumulation is closely related to the Cd content of the fertilizer source, soil pH, and cation exchange capacity (CEC) (Rodríguez et al., 2006). This study was undertaken to investigate the effect of Cd on growth, yield, and Cd concentration in lettuce and in soil.

Materials and methods

An experiment was conducted lasting 2 years, with lettuce plants in a plastic greenhouse without heating at the farm of the University of Peloponnese, prefecture of Messinia, Peloponnese, southern Greece. The soil was obtained from the surface layer (0–30 cm deep) of the farm of University of Peloponnese. The soil was then ground, sieved to less than 2 mm, and analyzed before being used. Every year seeds of lettuce variety Paris Island cos., were sowed directly in plastic pots 5 L in volume and 23 cm in diameter. Soil moisture content was maintained at 60% of the field water-holding capacity

using tap water while daily measurements of moisture content were recorded with the aid of tensiometer readings and gross pot weights. Two weeks after sowing, the seedlings were thinned to two per pot. The selected seedlings with four leaves at the same high. The plant samples were harvested for analysis after 10 weeks. One **separate** pot experiments were conducted: (a) soil was amended with 0 (control), 5, 10, 40, and 80 mg Cd kg^{-1} dry soil using cadmium nitrate [$Cd(NO_3)_2$]. For the two years of the experiment the experimental design was complete randomized with five replicates, and each replicate comprised five pots. The first year, prior to soil amendment and sowing, basal fertilization with 0.20 g of N, 2.29 g P_2O_5, and 1.20 g K_2O per kg of dry soil was applied. Nutrients were added as ammonium nitrate (34% N), single superphosphate (20% P_2O_5), and potassium sulfate (50% K_2O). In the second year, in the same containers of the treatments, before sowing with lettuce, the soil substrate was disturbed without adding fertilizers. Weeds were removed regularly. Soil physical and chemical properties were analyzed before seed sowing and after the termination of the experiments. The preparation of samples for analysis and laboratory determinations were performed according to the methods commonly used for soil characterization (Bouyoucos, 1962; Miller and Keeney 1982; Page et al., 1982, SSSA, 1990; Okalebo et al., 2002). Particle-size distribution analysis was carried out by the Bouyoucos's method, the pH and the electrical conductivity (EC) were measured in water paste extract, organic matter was determined by dichromate oxidation, carbonates were found using a Bernard calcimeter, total N was measured by the Kjeldahl method, available phosphorous (P) was determined by sodium hydrogen carbonate extraction, exchangeable potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg) were calculated by barium chloride ($BaCl_2$) extraction, and available Cd, Pb, Zn, and Cu were measured by diethylenetriaminepenta acetic acid (DTPA) extraction. During harvest, aboveground part fresh weight of lettuce plant from each pot, was determined. Leaves were washed with tap water and rinsed with deionized water, dried between two layers of paper tissues, and kept at 70◦C for 3 days. Dried samples were ground in a stainless pulverisette mill to pass through a 1-mm round-hole sieve. Ground samples were stored at room temperature in acid-washed glass jars. Subsamples were combusted in a muffle furnace at 520 ◦C for 5 h and brought to volume in 3 N hydrochloric acid (HCl) (Allen et al., 1974) and analyzed for total contents of Cd with an atomic absorption spectrophotometry.

In this work, a study was made of the residual effect of Cd levels on the lettuce culture in the growth containers during the 2nd year of the experiment. Statistical Analysis Data were analyzed by one-way analysis of variance and, when applicable, subjected to Duncan's multiple-range test.

Results and discussion

Properties of the used soil

The soil used was clay loam textured with good chemical properties (Table 1), but in general with low levels of available K and Zn and high levels of exchangeable Mg (>1.8 cmol kg^{-1}), which suggests inhibition of K and Zn uptake, given the fact that critical values for available K and Zn are less than 0.30 cmol kg^{-1} and 2.8 mg kg^{-1} respectively (Analogidis 2000**).**

Table 1. Properties of the used soil

Texture	pH	EC $mScm^{-1}$	Org. matter %	$CaCO_3$ %	N $g\ kg^{-1}$	P Olsen mg kg−1	K	Mg	Ca	Cd	Zn	Mn	Fe	Cu
							cmol kg^{-1}			mg kg−1				
Clay loam (CL)	7.42	1.1	2.0	9.5	2.0	15	0.25	2.0	9.4	0.1	1.3	17.6	21.0	7.5

Soil parameters and bioavailable Fractions of Cd in the soil in the 2nd year

According to Table 2, pH was maintained at the same initial levels, in the control and in the highest Cd addition, while in the other treatments it is recorded a significant decrease compared to the control, apparently due to the effect of the initial fertilization with ammonium nitrate. In the case of the treatment with the largest addition of Cd, the presence of pH at approximately the same levels is apparently due to the effect of the larger amounts of nitrate anions with which the addition of Cd was accompanied [$Cd(NO_3)_2$]. The initial electrical conductivity (E.C.) of the soil used indicates that the soil is non-saline and suitable for lettuce (Maas, 1984). Comparing the original E.C. with E.C. of the treatments after two years, a significant reduction is recorded in the control and low cadmium additions (5 mg Cd kg^{-1}, 10 mg Cd kg^{-1}). Which specifically, after two years, adding Cd at levels of 10 mg Cd kg^{-1}, 40 mg Cd kg^{-1}, 80 mg Cd kg^{-1} to the soil, E.C. in these substrates it is recorded significantly higher compared to the control, maintaining it in the last two treatments with the highest additions of Cd, at approximately the same initial levels, while contrary to the addition of Cd 5 mg Cd kg^{-1} it is significantly reduced compared to the control (Table 2). The DTPA-extractable Cd contents were significantly and positively related to the addition of Cd (Table 2), but the increase in general did not vary according to the amounts added to soil, indicating an immobilization of applied Cd, perhaps because soil was rich in clay and carbonates (Table 2). It seems that large proportions of Cd are left in the soil after crop harvest because of their strong binding capacity and their fixation in unavailable fraction (Sinha, Patil and Tripathi, 1981; Singh and Nayyar, 1994).

Table 2. Soil parameters and bioavailable Fractions of Cd in the soil in the 2nd year (after harvest)

Treatments	pH	E.C. (ms/cm)	Cd (mg kg^{-1})
Control	7.39a*	0.44c	0.00d
5 mg Cd kg^{-1}	7.05b	0.17d	1.10c
10 mg Cd kg^{-1}	7.05b	0.68b	2.64b
40 mg Cd kg^{-1}	6.90b	0.99a	5.04a
80 mg Cd kg^{-1}	7.31a	0.96 a	5.68 a

**Values in each column followed by the same letter did not differ significantly (P < 0.05) according to Duncan's multiple-range test*

Above-ground fresh weight and leaf Cd concentration of lettuce plants in the 2nd year

Cadmium accumulation in the leaves of lettuce plants increased with increasing amounts of Cd in the soil until the application of 40 mg Cd kg^{-1}, while with the application of 80 mg Cd kg^{-1}, it showed a significant decrease but remained at significantly higher levels than the other treatments. These changes could be attributed in addition to the larger amounts of nitrate application in soil, to the changes in pH, and carbonates, correlating the reduction of cadmium in the leaves, with the increase in soil pH (Table 3). Although lettuce plants accumulated some levels of Cd in leaves (>5 ppm and < 10 ppm), the plants did not show growth disturbance, without showing symptoms of phytotoxicity due to Cd application, and plant growth was also not affected, indicating a tolerance to Cd stress (Adriano, 2001).

Table 3. Above-ground fresh weight and leaf Cd concentration of lettuce plants in the 2nd year (after harvest)

Treatments	Above Fresh weight (gr/plant)	Cd (mg kg^{-1})
Control	27.68c*	0.05d
5 mg Cd kg^{-1}	35.43b	2.08c
10 mg Cd kg^{-1}	48.13a	2.97c
40 mg Cd kg^{-1}	49.66a	9.05a
80 mg Cd kg^{-1}	48.87a	5.79 b

**Values in each column followed by the same letter did not differ significantly (P < 0.05) according to Duncan's multiple-range test*

Above-ground fresh weight increased significantly in all Cd application compared to the control treatment, which can be ascribed to the nitrate form of Cd and last year's fertilizer applications (Table 3). But it seems that further addition of Cd (40 mg Cd kg^{-1}, and 80 mg Cd kg^{-1}) in soil had not an increase of above-ground fresh weight, recording no significant change. Besides there is a stimulatory effect of Cd, that is attributed to the fact that Cd ions can serve as activators of enzymes in cytokinin metabolism, which accelerates the growth of plants, delaying senescence while maintaining the chlorophyll and photosynthetic activity of leaf tissues (Kaminek, 1992; Nyitrai, 2004).

Conclusion

Although the availability of Cd was enhanced by Cd amendments in soil, their content did not vary according to the amounts added to soil. Soil properties such as high content in clay minerals, pH, and carbonates may favor the immobilization of metals and therefore the availability of Cd for uptake by lettuce will be generally lower. Lettuce plants grown in soil with high Cd amendments didn't exceed the maximum allowable levels in the leaves and they did not show growth disturbance. After the additions of 5 mg Cd kg^{-1}, 10 mg Cd kg^{-1} and 40 mg Cd kg^{-1}, further addition of Cd to 80 mg Cd kg^{-1} had a significant Cd decrease in leaves concentration. Above fresh weight significantly increased in all the applications compared to the control treatment, but after 10 mg Cd kg^{-1} in soil, further Cd addition, no significant change was observed.

References

Adriano, D. C. 2001. Trace elements in the terrestrial environment, 2nd ed. New York: SpringerVerlag.

Allen, S. E., H. M. Grimshaw, J. A. Parkinson, and C. Quarmby. 1974. Chemical analysis of ecological material. Oxford: Blackwell Scientific.

Analogidis, D. 2000. Soil nutrients and crop production. Athens, Greece: Agro Typos SA.

Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. Agronomy Journal, 54, 464-465.

Jadwiga, G. 1990. Lead and cadmium contamination of soil and vegetables in the upper Silesia region of Poland. Science of the Total Environment 96:199–209.

Jones, L. H. P., C. R. Clement, and M. J. Hopper. 1973. Lead uptake from solution by perennial

ryegrass and its transport from roots to shoots. Plant and Soil 38:403–414.

Jones, K. S., A. Jackson, and A. E. Johnston. 1992. Evidence for an increase in the Cd content of

herbage since the 1860s. Environmental Science and Technology 26:834–836.

Kaminek, M. 1992. Progress in cytokinin research. Trends in Biotechnology 10:159–164.

Maas, E. V. 1984. Salt tolerance of plants. In: Handbook of plant science in Agriculture, B.R. Christie, ed. CRC Press, Inc., Cleveland, Ohio.

McLaughlin, M. J., M. J. Bell, G. C. Wright, and G. D. Cozens. 2000. Uptake and partitioning of cadmium by cultivars of peanut (Arachis hypogaea L.). Plant and Soil 222:51–58.

Miller, R. H., and D. R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis, part 2. Madison, Wisc.: American Society of Agronomy.

Nyitrai, P., K. Bσka, L. Gaspar, I. Sarvari, and A. Keresztes. 2004. Rejuvenation of ageing bean leaves under the effect of low-dose stressors. Plant Biology 6:708–714.

Okalebo, J. R., Gathua, K. W. & Woomer, P. L. 2002. Laboratory Methods of Soil and Plant Analysis: A Working Manual. Nairobi, Kenya.

Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. In Soil Science Society of America, Vol. 1159.

Rodríguez Martín, J. A., M. L. P. Arias, and J. M. Grau Corb. 2006. Heavy metals contents in agricultural topsoils in the Ebro Basin (Spain): Application of the multivariate geostatistical methods to study spatial variations. Environmental Pollution 144:1001–1012.

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

Weissenhorn, I., and C. Leyval. 1995. Root colonization of maize by a Cd-sensitive and a Cd-tolerant Glomus mosseae and cadmium uptake in sand culture. Plant and Soil 175:233–238.

EFFECT OF FOLIAR APPLIED HUMIC AND FULVIC ACIDS ON THE GROWTH AND YIELD OF LETTUCE

Miltiadis V. Christopoulos[1], Christos Paschalidis[1], Stavros Sotiropoulos[2], Victor Kavvadias[3], Christina Liakopoulou [3]

[1] Institute of Technology of Agricultural Products (ITAP), Hellenic Agricultural Organization 'DIMITRA', Sof. Venizelou 1, Lykovrysi, 14123
[2] Department of Agriculture, School of Agriculture and Food, University of Peloponnese, Sof. Antikalamos, Kalamata, 24100
[3] Department of Soil Science of Athens, Soil and Water Resources Institute (SWRI), Hellenic Agricultural Organization 'DIMITRA', Sof. Venizelou 1, Lykovrysi, 14123

e-mail for correspondence: miltchrist@elgo.gr

Abstract

In the present work, the effect of foliar application of humic and fulvic acids (HFA) on parameters related to the growth, yield and quality of lettuce was investigated. Lettuce plants (romaine type) at the 3 true leaf stage (BBCH 13) were transplanted into containers (5 L) with soil. The basic fertilization with NPK (0.45 N g/kg, 0.15 P g/kg 0.30 K g/kg soil) was done before transplanting, while containers without basic fertilization were also included (Control). One (1) or 2 foliar applications of HFA formulation (26% humic and fulvic acids, 10.5% organic carbon) were applied at final spray solution concentrations of 1:500 HFA or 1:200 HFA. Throughout the experiment, the plants were grown in a glass greenhouse with a water availability that maintained at 70% of the water capacity of the soil. The results showed that 1 application of HFA (regardless of the applied concentration) at 22 DAT when preceded by NPK fertilization led to stunting of lettuce growth (reduction compared to Control plant height, in leaf area and plant fresh weight at harvest) possibly due to stress induction. The plants without NPK fertilization with a 1:200 HFA application had similar values to the Control. On the contrary, when there was a second application of HFA, the plants recovered and finally, compared to the control, showed increases in the values of the number of leaves, height, leaf area and fresh weight. The HFA applications resulted on improved leaf color (parameters L*, a*, b*) leading to a deeper green color and weaker yellow compared to the Control.

Key words: humic acids, fulvic acids, lettuce, fertilization, yield, quality.

Introduction

In the modern agriculture, the quest for sustainable and eco-friendly farming practices is very critical. Farmers and agricultural scientists alike are on a continuous mission to optimize crop yields, improve soil health, and reduce the environmental impact of traditional farming methods. One promising practice that has gained momentum in recent years is the use of humic and fulvic acids in fertilization (Canellas et al., 2015). Utilizing mineral fertilizers for lettuce cultivation is a prevalent agricultural practice, delivering commendable productivity outcomes. Given the short growth cycle of leafy greens, substrates rich in organic matter with readily available, high-quality nutrients become essential (Lüdtke et al., 2021).

Soil scientists define humic acids (HA) as humus materials that are soluble in aqueous alkaline solutions but precipitate when the pH is adjusted to 1–2. In contrast, fulvic acids (FA) remain in solution after the aqueous alkaline extracts are acidified (Canellas et al., 2015).

HS and FA (HFA) contribute to crop quality and productivity by facilitating nutrient uptake by roots, which boosts root growth and allows roots to explore greater soil volumes (Nardi et al., 2021). Moreover, the application of HS may reduce the application of mineral fertilizers due to their potential to form complexes and chelates (Calvo et al., 2014), enhancing the increase in nutrient absorption by plants (Canellas et al., 2015).

The aim of the present work was the evaluation of the effect of foliar application of humic and fulvic acids (HFA) on parameters related to the growth, yield and quality of lettuce.

Materials and methods

Lettuce plants (romaine type) at the 3 true leaf stage (BBCH 13) were transplanted (28/09/2021) into containers (5 L) with soil (54% clay, 28% silt, 18% sand, 3.3% organic substance). The basic fertilization with NPK (0.45 N g/kg, 0.15 P g/kg 0.30 K g/kg soil) was done before transplanting, while containers without basic fertilization were also included (Control). One (1) or 2 foliar applications of HFA formulation (26% humic and fulvic acids, 10.5% organic carbon) were applied at final spray solution concentrations of 1:500 HFA or 1:200 HFA. The applications were made 22 and 31 days after transplanting (DAT) and the plants were harvested at 86 DAT (BBCH 49). Throughout the experiment, the plants were grown in a glass greenhouse with a water availability that maintained at 80% of the water capacity of the soil. Each treatment had 3 replication and the replication corresponded to one container.

Twenty-two (22) DAT the plant growth assessed by measurements of the leaf number and heights of plants.

At harvest, the number of leaves, height, fresh weight (head), leaf area and leaf color (CIELAB) were measured on each plant. The leaf area (sum of the area of all leaves of each planty) was measured by scanning each plant leaf. Colour was measured on 58 leaves per plant with a chromameter (Minolta, Model CR-300; Minolta, GmbH Ahrensburg, Germany) and expressed through CIELab color scale as L*, a* and b* (Christopoulos et al., 2022).

The effects of fertilization were estimated by one-way analysis of variance (ANOVA). Mean separation was performed by Students multiple range test (a = 0.05). All analyses were performed using Jump 7.0.1. (SAS, Cary Institute, NC, USA).

Results and discussion

The leaf number was 11-17 and 21-38 at 22 and 42 DAT, respectively (Figure 1). One (1) application of HFA (regardless of the applied concentration) when preceded by NPK fertilization led to reduced leaf number ($P<0.05$). Two (2) applications of HFA (regardless of the applied concentration) showed a slightly higher leaf number ($P<0.05$) than controls (by 5% the concentration of 1:200 HFA and by 12% the concentration of 1:500 HFA) suggesting that the second HFA application is necessary for the recovery of the unfolding of leaves. The plant height was 17.6-29.5 and 25.4-40.0 at 22 and 42 DAT, respectively (Figure 1). Similarly with the leaf number, 1 application of HFA when preceded by NPK fertilization led to reduced plant height ($P<0.05$), but the plants recovered with the second HFA application.

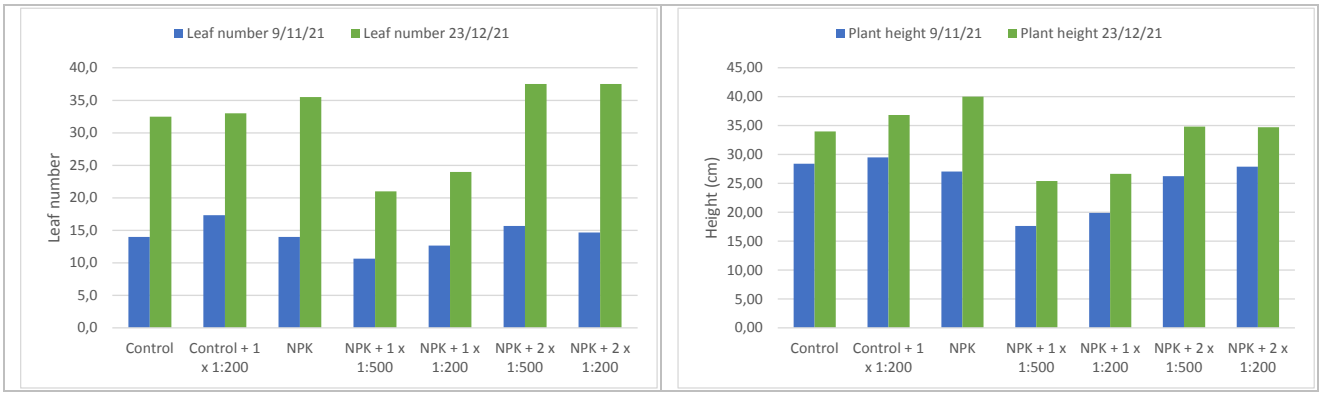


Figure 1. Leaf number (left) and height (right) of lettuce plants, 22 (9/11/21) and 42 (23/12/21-harvest) days after transplanting (DAT) treated with foliar applied humic and fulvic acids

At harvest (42 DAT), the fresh weight per plant was 84-215 g (Figure 2). One (1) application of HFA (regardless of the applied concentration) when preceded by NPK fertilization led to reduced fresh weight of plants by 25-29% in comparison with controls ($P<0.05$). However, 2 applications of HFA (regardless of the applied concentration) showed an increased ($P<0.05$) fresh weight (by 83% the 1:200 HFA concentration and by 71% the 1 :500 HFA).

At harvest (42 DAT), leaf area per plant was 1048-4148 cm^2 (Figure 2). One (1) application of HFA (regardless of the applied concentration) when preceded by NPK fertilization led to high reduction in leaf area by 46-58% in comparison with controls ($P<0.05$). However, 2 applications of HFA (regardless of the applied concentration) showed an increased ($P<0.05$) leaf area (by 59% the 1:200 HFA concentration and by 58% the 1:500 HFA concentration).

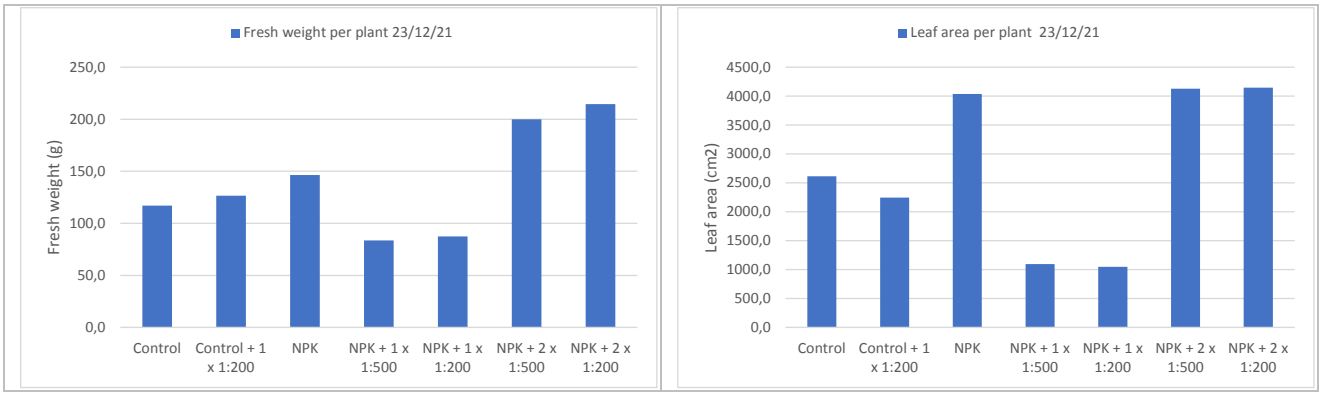


Figure 2. Fresh weight (left) and leaf area (right) of lettuce plants, 42 (23/12/21-harvest) days after transplanting (DAT) treated with foliar applied humic and fulvic acids

At harvest (42 DAT), the parameters of leaf color were L* 48.5-55.2, a* -17.5 to -22.3 and b* 27.3-34.6 (Figure 2). Control (without NPK fertilization) had the highest L* and b* values, and the lowest a* ($P<0.05$) corresponding to a yellowish leaf color. One (1) application of HFA (regardless of the applied concentration and preceding NPK fertilization) decreased L* ($P<0.05$) and b* and had similar a* values with Control suggesting a slightly greener leaves. Two (2) applications of HFA (regardless of the

applied concentration) and NPK fertilization showed the lowest L*, a* and b* values that corresponded to the deepest green color among the treatments.

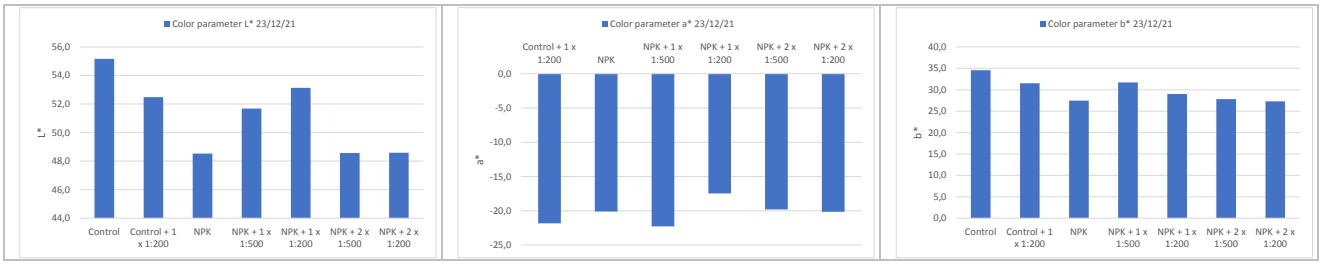


Figure 3. Color parameters L* (left), a* (center) and b* (right) of lettuce leaves, 42 (23/12/21-harvest) days after transplanting (DAT) treated with foliar applied humic and fulvic acids

Assessing the results of all measured attributes 1 application of HFA (regardless of the applied concentration) when preceded by NPK fertilization led to stunting of lettuce growth possibly due to stress induction. On the contrary, when there was a second application of HFA, the plants recovered and finally, compared to the control, showed increased yield (plant fresh weight) and growth attributes (leaf number and area) without increases in plant height. Similar results for the positive effects of HFA on lettuce growth has been also reported (Lüdtke et al., 2021). The leaf color is mainly related with NPK fertilization without and negative effect of HFA treatments. The significance of the proper supply of nutrients to lettuce for a good color quality has been reported (Lee et al., 2022).

Examining the results of all the measured parameters, taking into account the economics of the applications, it is concluded that the combination of two foliar applications of 1:500 HFA and NPK fertilization is the optimal cultivation technique, under specific experimental conditions.

References

Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J.W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil 383, 3-41.

Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Piccolo, A., 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae 196, 15-27.

Christopoulos, M.V., Gkatzos, D., Kafkaletou, M., Bai, J., Fanourakis, D., Tsaniklidis, G., Tsantili, E., 2022. Edible Coatings from Opuntia ficus-indica Cladodes Alongside Chitosan on Quality and Antioxidants in Cherries during Storage. Foods 11.

Lüdtke, A.C., Dick, D.P., Morosino, L., Kraemer, V.J.H.B., 2021. Productivity of lettuce in greenhouse as affected by humic and fulvic acids application in association to mineral fertilizer. 39, 444-450.

Lee, J.-S., Chandra, D., Son, J., 2022. Growth, Physicochemical, Nutritional, and Postharvest Qualities of Leaf Lettuce (Lactuca sativa L.) as Affected by Cultivar and Amount of Applied Nutrient Solution. 8, 436.

Nardi, S., Schiavon, M., Francioso, O., 2021. Chemical Structure and Biological Activity of Humic Substances Define Their Role as Plant Growth Promoters. 26, 2256.

ПРОМЕНИ НА РАДИОЛОГИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ В АНТАРКТИЧЕСКАТА ЕКОСИСТЕМА НА О-В ЛИВИНГСТЪН, АНТАРКТИДА (2012 – 2022)

Радослава Лазарова[1], Виктория Недялкова[2]

[1] ИПАЗР „Никола Пушкаров“, Селскостопанска академия
[2] СУ „Св. Климент Охридски“

email: lazarova.radi@gmail.com, hristozova_m@abv.bg

Резюме

Антарктида е най-слабо проученият континент на земята. Открит едва преди 200 години, остава неизследван за дълго, заради суровите условия на живот и отдалечеността си. Това помага антарктическата екосистема да се запази незасегната от човешко въздействие. В края на 50-те години на миналия век се подписва Антарктическия договор, който защитава флората и фауната и забранява експлоатацията на природните богатства и използването на ядрена енергия и провеждане на ядрени опити на континента. Въпреки опитите територията на Антарктида да остане ненатоварена с антропогенни радионуклиди, проведените през 2012 г., първи широкомащабни изследвания за наличие на естествена и изкуствена радиация във всички звена от антарктическата екосистема, доказа, че продуктите от височинните ядрени тестове (от 50-те до 80-те години на миналия век) и ядрените аварии и инциденти по света, достигат ледения континент през високите слоеве на атмосферата, отлагат се и се включват в естествения кръговрат на веществата и хранителните вериги и присъстват десетки години след постъпването им. Възможността за изследване и сравнение след 10 годишен период, показва както естествено намаление на регистрираните активности за някои нуклиди, така и запазване и дори увеличаване на количествата на Pb-210 и Cs-137 във фауната на о-в Ливингстън, което говори за вторично отлагане при по-засилено ледотопене или допълнително въздушно замърсяване с олово, като резултат на човешка дейност.

Ключови думи: естествени и техногенни радионуклиди, остров Ливингстън, Антарктида.

Въведение

Остров Ливингстън е вторият по големина Южно Шетлъндски остров, Западна Антарктика (фиг. 1). Намира се на близо 14 000 км. от България и на 110 км. от южния континент. През 1988 г. е поставено началото на българското присъствие на Антарктика и съществуването на българската антарктическа база. През 2012 г. по време на 20-тата научна антарктическа експедиция по проект, финансиран от Фонд „Научни изследвания“, бяха събрани проби от почва, вулканична пепел, лед, езерна и морска вода, вода от водоизточниците на българската и испанската научни бази, лишеи, мъхове, фито и зоопланктон, мекотели, риба, кости и пера от птици, кости от бозайници. През 2022 г., по проект към СУ „Св. Климент Охридски“, за финансиране на полярни научни изследвания за млади учени, предмет на изследване бяха същите 25 вида обекти, от известните места за пробовземане.



Фигура 1. Архипелага Южни Шетлъндски острови, Западна Антарктика, о-в Ливингстън и българската антарктическа база „Св. Кл. Охридски“

Целта на изследването е да се проследят промените във всички звена на екосистемата по отношение на наличието и миграцията на радионуклиди, както и регистриране на евентуални нови антропогенни замърсявания.

Основните пътища за радиационно замърсяване в Антарктика са въздушни отлагания от високинни ядрени тестове, провеждани през втората половина на миналия век. Изчислено е, че една четвърт от изхвърлените в атмосферата на северното полукълбо вещества, достигат южния континент. Поради дългия период на полуразпад на много от изкуствените радионуклиди, те и до днес се откриват във водни, почвени и растителни проби.

Материали и методи

Проведени са две експедиции до о-в Ливингстън на българската антарктическа база „Свети Климент Охридски“ – през 2012 и 2022 г., за събиране на проби от флората и фауната на острова, както и от техните хабитати. Транспортираните проби са обработени и отчетени в Лабораторията по радиоекология и радиоизотопни изследвания на ИПАЗР „Н. Пушкаров“, Селскостопанска академия. Лабораторията е акредитирана от ИА „Българска служба по Акредитация” по БДС EN ISO/IEC 17025:2018, за определяне съдържанието на радиоактивни елементи във води, почви, растения и др. Лабораторията е Национална референтна лаборатория в областта на радиометричните изследвания по силата на Регламент 862/EC/2006, което гарантира качеството на проведените изследвания и обективността на резултатите.

Проведени са изследвания за наличие на алфа-, бета- и гама- естествени и изкуствени радионуклиди. Отчита се съдържанието на Cs-137, Sr-90, H-3, Pb-210, Th-232, U-238, U-234, Ra-226, K-40.

Използвани са:

1. Методика за радиохимично определяне на стронций-90.

Методът е предназначен за определяне на Стронций-90 в почви и растителни образци. Пробите се обработват с минерална киселина за преминаване на активността в киселинния извлек или в разтвора. Активността на Sr-90 се определя според активността на дъщерния му продукт Y-90. Радиохимичното равновесие между Sr-90 и Y-90 се установява за 21 дни.

2. Методика за радиохимично определяне на уран.

Определяне съдържанието на уран – 234, 235 и 238 в сладки води започва с прибавяне на известно количество U-232 за проследяване на химичния добив. Изпарява се на пясъчна баня до сухо. Органичната компонента се отстранява чрез

допълнително опепеляване. Определянето на изотопите на урана става алфа спектрометрично.

3. Методика за нискофоново определяне на естествени и техногенни гама-емитери. Предварително обработените почви, води, утайки, растителни проби, проби от животински произход, се измерват чрез цифров спектрален анализатор DSA 1000 Canberra чрез директно измерване на голям брой гама-емитери с енергии от 50 до 2000 keV. Извършва се измерване за време t =от 60000 до 120000 s.

4. Методика за определяне на тритий във водни проби.

Извършва се с помощта на течно-сцинтилационно броене. Предварително пробата се обогатява на тритий за повишаване на концентрационната чувствителност на прилагания метод, при което се осъществява ефективно измерване.

Резултати и обсъждане

През 2012 г. са взети, обработени и анализирани 25 броя проби. В кроя на 2022 г. са взети, транспортирани и измерени 68 броя проби от антарктическата екосистема. Част от тях са анализирани. За целите на изследването, през 2023 г. бяха проведени повторни радиологични измервания на всички проби от 2012 г. и беше коригирано времето на разпад. При съпоставяне на резултатите, като основна тенденция се наблюдава намаляване на активността на по-голяма част от изследваните радионуклиди.

Таблица 1. Съдържание на радиоизотопи (в Bq/kg dw) в биотични и абиотични проби от о-в Ливингстън, Антарктика, 2012

Проба	Pb-210	U-238	Ra-226	Th-232	K-40	Cs-137	Sr-90
Почва	100±10	7±2	12±2	9±1	90±10	8.1±1	1.2±0.1
Вулканична пепел	120±20	8±2	4±1	6±1	180±10	10±1	
Лишеи -1	150±20	< 4.5	< 7.9	3 ± 1	60±10	5±0.5	
Лишеи - 2	90±20	< 3	< 5	< 4	140±20	8±1	7,6± 0,9
Мъх - 1	110±10	< 7.8	< 8.3	4 ± 1	100±20	6±1	< 1
Мъх - 2	140±20	< 10	< 9	< 4	80±10	9±2	
Водорасли *Iridaea cordata*	< 40	< 10	< 10	< 4	830±40	< 1	
Водорасли *Palmaria decipiens*	< 40	< 10	< 9	< 3	430±50	< 1	
Водорасли *Desmarestia sp.*	< 40	< 20	5,7±3	< 5	320±50	< 1	
Notothenia coriiceps	< 40	< 10	< 9	< 4	350± 20	< 1	
Стомашно съдър -жание от риби	< 40	< 10	< 10	< 4	270 ± 30	< 1	
Скуа - погадки	< 40	< 4	< 4	< 3	200± 20	< 1	
Вода БАБ	< 10	< 5	< 6	< 2,5	< 10	< 1	
Вода ИАБ	< 15	< 7	< 5	2,7	< 10	< 1	

Растителните проби правят изключение. Растителността на острова е оскъдна. Съставена е предимно от лишеи (над 50 вида) и мъхове (над 29 вида), (Sancho и др., 1999). Изследвани са лишеи *Usnea* antarctica и *Usnea sphacelata*, мъхове *Sanionia georgico-uncinata* (Müll. Hal.), *Polytrichum juniperinum* (Hedw.) и Sanionia uncinata (Hedw.), както и водорасли Himantothallus grandifolius, Desmarestia anceps и Cystosphaera jacquinotii (таб. 1). Олово-210 в лишеите през 2012 г. е 120±20 Bq/kg dw, осреднено. Заради периода на полуразпад (22.3 години), е очаквано, количеството на оловото през 2022 г., да намалее с ½. Резултатът от 185±25 Bq/kg сухо тегло, средно, показва допълнително вторично въздушно отлагане, в резултат на засилена антропогенна дейност. Поради физиологията на лишеите, тяхното

хранене е изцяло от сухо или мокро въздушно отлагане. Олово-210 може да постъпи в екосистемата като резултат от естествения разпад на уран-238 от основната скала или от редица антропогенни дейности – автомобилни газове, въглищно изгаряне, уранодобив, фосфатни торове и др. (UNCEAR, 1988). С аерозолите, то може да бъде пренесено през високите слоеве на атмосферата на хиляди километри разстояние. Лишеите, както и мъховете, се развиват на свободните от лед и сняг територии на острова. Почвеният или скалният субстрат, могат да бъдат източник на олово-210 и да поддържат количеството му сравнително постоянно в околната среда. Резултатите за наличието му в почвата през 2012 и 2022 г. са от 10 до 20 пъти по-ниски и не могат да обяснят високото му съдържание в лишеите (Hristozova et al, 2015). В пробите от мъх, оловото се запазва високо, почти непроменено. Редуциране на количеството му, заради естествения полуразпад, не се наблюдава. Това дава основание да се предположи, че има допълнително внасяне на олово-210 чрез въздушния фолаут в антарктическата екосистема, в резултат от антропогенна дейност. Възможно е радионуклидите да бъде доставени чрез топенето на повърхността на ледника по време на сезона на аблация.в периглациалната зона и така вторично да попадат в растителните организми. Тази идея не се потвърждава от ниското съдържание на олово-210 в седиментите от изследваните сладководни езера.

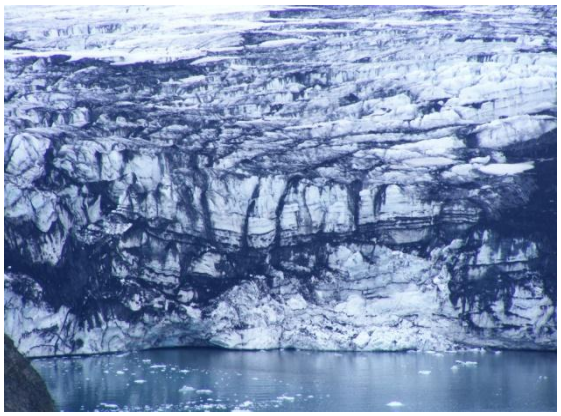
Във водораслите съдържанието на този радионуклид е десет пъти по-ниско от това в сухоземната флора и 10 пъти по-високо от това във водни проби.

При останалите естествени радионуклиди уранът и торият са в равновесие. Изключение правят почвените проби, където равновесието е нарушено (Hristozova et al, 2015). Вероятно уранът се измива по време на антарктическото лято. Количеството му също е малко и в някои от седиментните проби от сладководни езера. Разтвореният във водата уран, не се усвоява от водните растения. Във всички проби стойностите на бисмут-214 и олово-214 са много близки. Естествените U-238, Ra-226 и Th-232, дават близки резултати, в растителните сухоземни проби. При сравнение с водораслите, количеството им е почти два пъти по-ниско. В сладководните проби от 3 езера около българската антарктическа база (БАБ), 1 езеро на нос Хана и водоизточниците на българската и испанската база са най-ниски. В концентрираните до 500 мл, 6 литра езерна вода от Ханапойнт стойности за Pb-210, U-238, Pb-214, Bi-214, Th-232са <2, а за K-40 ≤2. Съдържанието на Cs-137 е <1 Bq/l. Единствено Ra-226 е над минималната детектируема активност.

Калий-40, който се съдържа във всички живи организми, е представен много добре в антарктическите проби. Високо е съдържанието му във всички измерени проби – от 30±8 до 560±30 Bq/kg сухо тегло. През 2022 г. се наблюдава редуцирането му във всички проби, без мъхове. Резултатът: от 90±15 Bq/kg през 2012 до 285±20 Bq/kg. през 2022 г., показва, че мъховете могат да се използват като индикаторни видове за наличие на калий-40. Мъховете, както и лишеите нямат механизъм за извеждане на замърсяванията – радионуклиди и тежки метали. Така веднъж попаднали с аерозолите, те се регистрират дълго след първоначалното проникване.

Заради бавното нарастване и дългата продължителност на живота им, както и поради дългия период на полуразпад на радионуклидите, лишеите и мъховете в Антарктида, отразяват замърсявания с антропогенни радионуклиди от височинните ядрени тестове (50-те до 80-те години на миналия век) и ядрени аварии. Цезий-137 се открива в различна степен и в сухоземната, и във водната среда на о-в Ливингстън. Цезий-137 е гама лъчител с период на полуразпад 30,1 год. При него, за разлика от олово-210, намаляването е значително. Отново изключение правят мъховете. Средната стойност за 2012 г. е 7,5±1.0 Bq/kg, а за 2022 - 11±2 Bq/kg. Възможно е регистрираната разлика да е в резултат от нехомогенното

разпространение на цезия при първоначалното му въвеждане в биотопа и биоценозата на острова. Друга вероятна причина е задържането на радионуклиди в криоконитите в снега и леда (Owens et al., 2023). В близост до о-в Ливингстън се намира един от най-активните плейстоценски вулкани в Антарктида – о-в Дисепшън. Последното му изригване е през 70-те години на миналия век. Вулканичната пепел покрива повърхността на всички Южни Шетландски острови, пролива Брансфийлд, морето Скотия, на 800 км. и дори в ледени ядра от южния континент (фиг. 2). В микросредата, която отложената пепел създава, могат да се задържат радиоизотопи. Заради по-високото нагряване, при топене, това замърсяване се включва в кръговрата на веществата и допълнително увеличава съдържанието на радиоизотопи в антарктическата екосистема. Криоконитите почистват отложените в резултат на фолаута изотопи чрез преминаващата стопена вода. Концентрацията на активност на радиоизотопите в стопената вода ще зависи от преминаването й през криоконита, и времето за контакт между тях (Baccolo et al., 2020; Owens et al., 2019). Това може да обясни и пространствените вариации.



Фигура 2. Вулканична пепел върху леда и в хоризонта на ледника на полуостров Хърд, о-в Ливингстън

Регистрираните за Cs-137 нива са много сходни за прясна и за морска вода. Според данните на Martin и др., (1994), активността на Cs-137 обикновено е под границата на откриване във всички морски проби, както и в морска вода, докато в разтопения лед от антарктически ледници, приносът на Cs-137 към общото му количество в региона е около 57%. Разглежданите нива са поне три пъти по-ниски от тези, които обикновено се откриват в Северното полукълбо в средните географски ширини, (Baeza и др., 1991; Mitchel и др., 1988) и по-ниски от тези, намерени в Черно и Средиземно море, които бяха по-силно засегнати от отлагания след Чернобилската авария (Delfanti и др., 2003; Florou и др., 2003).

Количеството на H-3, описано в различни точки на Антарктика е със стойности между 400 и 800 mBq/l в прясна вода (Sakanoue, 1987). Резултатите за изследвания десет годишен период в сладководни езера и от питейните източници на БАБ и ИАБ са един порядък по-високи – между 2,82±0,6 и 5,11±1,1 Bq/l, при MDC=1,8 Bq/l. Най-ниско е съдържанието на тритий в източника на водоснабдяване на БАБ, а най-високо в сладководни езера в района на Ханапойнт.

Заключение

Континентът Антарктида очевидно се характеризира с ниски нива на антропогенно радиоактивно замърсяване. Въпреки това откриването на Cs-137 и Sr-

90 в биоценозата и биота на о-в Ливингстън, показват, че този смятан за най-чист район на Земята е засегнат косвено от човешка дейност. Установено е наличие на Cs-137, Sr-90, H-3, Pb-210, Th-232, U-238, U-234, Ra-226, K-40 както в сухоземната, така и във водната среда.

Антарктическите лишеи и мъхове са добър индикатор на въздушно замърсяване с олово и цезий.

Регистрира се прогресивно понижаване на концентрацията на Cs-137 в лишеи, почва и вулканична пепел за период от 10 години и преминаване от средна стойност от 8 Bq/kg до 1 Bq/kg. Това намаление (до 80%) се дължи не само на естествения разпад на Cs-137, а и на извеждаенто му от средата – разреждане, отмиване, разтваряне на радиоизотопа, както и на нехомогенното замърсяване. В пробите от мъх, се отчита повишаване на цезия от 7,6± 0,9 до 11± 2 Bq/kg. Тези разлики най-вероятно се дължат на отложените радионуклиди в ледника в минал етап от време и непрекъснатото им постепенно освобождаване от повърхността на ледника в сладководните басейни на Антарктика при ледотопеното. Поради доказаното затопляне на климата през последните 10 год., топенето на ледниците в Антарктика е по-осезателно, което ще увеличи значително количеството на цезий, както и на други радионуклиди, отложени на сушата.

Не може да бъде установена ясна корелация между Pb-210 и Cs-137.

Съдържанието на олово-210 в сухоземната биота, по-високо от първоначално отчетеното, показва вторично антропогенно замърсяване, пренесено с въздушните маси.

Благодарности

Настоящите изследвания бяха възможни, благодарение подкрепата на Националния център за полярни изследвания и предоставената възможност за участие в 31-вата научна изследователска експедиция до о-в Ливингстън, Антарктида. Изследването е финансирано от СУ „Св. Климент Охридски“ по научен проект за млади учени 2022-2023 г.

Изразяваме специални благодарности на целия колектив на 31-вата българска антарктическа експедиция за логистичната помощ при вземането и транспортирането на пробите до България.

Литература

1. Baccolo G., Łokas E., Gaca P., Massabo D., Ambrosini R., Azzoni R.S., Clason C., Di Mauro B., Franzetti A., Nastasi M., Prata M., Prati P., Previtali E., Delmonte B., Maggi V., (2020), Cryoconite: an efficient accumulator of radioactive fallout in glacial environments, Cryosphere, 14 pp. 657-672, 10.1038/s41598-017-10220-5
2. Baeza A., Del Rio M., Miro C., Paniagua J., 1991. Radiological impact of the Almaraz nuclear power plant (Spain) during 1986 to 1989 on the surrounding environment. J Radioanal Nucl Chem Articles 152:175-188.
3. Delfanti R., Klein B., Papucci C., 2003. The new distribution of the tracer 137Cs in the Eastern Mediterranean: relationship to the deep water transient. J. Geophys. Res. [Oceans] 108, 8108–8125.
4. Florou H., Kritidis P., Vosniakos F., Triantafyllis J., Delfanti R., Papucci C., Cigna A., Polikarpov G., Egorov V., Bologa A., Patrasku V., 2003. Dispersion of caesium-137 in the Eastern Mediterranean and the Black Sea – the time evolution in relation to the sources and pathways. Fresenius Environ. Bull. 12, 3–9.
5. Hristozova M., Denkova D., Jordanova I., Rangelov V., Alyakov M., 2015, Presence of natural and artificial radionuclides in soil and terrestrial fauna of Livingston island, Antarctica, 15th International Multi-disciplinary Scientific Geoconference, SGEM 2015, 18-24, Albena, Bulgaria, p. 685-692. ISBN: 978-1-5108-1002-0

6. Martin, J.M., Wollast, R., Loijens, M., Thomas, A., Mouchel, J.M., Nieuwenhuize, J., 1994. Origin and fate of artificial radionuclides in the Scheldt estuary. Marine Chemistry 46, 189-202.
7. Owens P., Blake W., Millward G., (2019), Extreme levels of fallout radionuclides and other contaminants in glacial sediment (cryoconite) and implications for downstream aquatic ecosystems, Sci. Rep., 9 Article 12531, 10.1038/s41598-019-48873-z
8. Owens P., Stott T., Blake W., Millward G., 2023, Legacy radionuclides in cryoconite and proglacial sediment on Orwell Glacier, Signy Island, Antarctica, Journal of Environmental Radioactivity, Volume 264, 107206, ISSN 0265-931X, https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2023.107206.
9. Sakanoue M., 1987. C-14 dating and H-3 measurements with low background liquid scintillation counter. Proceeding of the First International Summer School: Low Level Measurements and their applications to Environmental Measurements Radioactivity: 359-373. La Rabida (Spain).
10. Sancho L.G., Schulz F., Schroeter B., Kappen L. 1999, Bryophyte and lichen flora of South Bay (Livingston Island: South Shetland Islands, Antarctica). Nova Hedwigia 68: 301–337. DOI:10.1127/nova.hedwigia/68/1999/301
11. UNCEAR, 1988, Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation“. United Nation Committee for the Effects of Atomic Radiation, New York, 92-1-1-142143-8. ISBN: 92-1- 142143-8

СЪДЪРЖАНИЕ НА РАДИОНУКЛИДИ В ПОЧВИ, ПОТЕНЦИАЛНО ИЗЛОЖЕНИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ В РЕЗУЛТАТ ОТ ЧОВЕШКА ДЕЙНОСТ

Радослава Лазарова*, Милена Христозова

Селскостопанска академия, ИПАЗР „Н. Пушкаров“, София, ул. „Шосе Банкя“ №7, Изпитвателна лаборатория по радиоекология и радиоизотопни изследвания

**E-mail: lazarova.radi@gmail.com*

Резюме

Определено е съдържанието на естествените радионуклиди U-238, Ra-226, Pb-210, U-235, Th-232 и K-40, както и на техногенния Cs-137 в почви от района на град Ямбол, където в миналото се е извършвал добив на уран по геотехнологичния метод в близост до селата Тенево и Окоп.

Получените резултати за уран-238, радий-226, торий-232 и калий-40 са съпоставими с цитираните в литературата осреднени данни за България. Съдържанието на техногенния Cs-137 е сравнимо с това от други райони на страната, като съдържанието му в отделните почви е нехомогенно разпределено и варира от <2 до 62 Bq/kg.

При всички изследвани почви, радиевият еквивалент на активността и индексът на външна опасност са под допустимия максимум, от което може да се заключи, че изследваните почви не представляват риск за здравето на населението в района от радиологична гледна точка.

***Ключови думи*:** радиоактивност на почви, съдържание на уран, радий, торий и калий-40.

CONTENT OF RADIONUCLIDES IN SOILS FROM AREAS POTENTIALLY EXPOSED TO POLLUTION AS A RESULT OF HUMAN ACTIVITY

Radoslava Lazarova, Milena Hristozova

Agricultural Academy, IPAZR "N. Pushkarov", Sofia, 7 Shose Bankya St., Testing Laboratory for Radioecology and Radioisotope Research

E-mail: lazarova.radi@gmail.com

Abstract

Content of natural radionuclides U-238, Ra-226, Pb-210, U-235, Th-232 and K-40, as well of the technogenic Cs-137 was determined in soils from the region of the city of Yambol, where uranium extraction by geotechnological method was carried out in the past in the area of the villages of Tenevo and Okop.

The results for uranium, radium, thorium and potassium-40 are comparable with the average data for Bulgaria cited in the literature. The content of man-made Cs-137 is comparable to the data obtained in other regions of the country. The radionuclide content in the soils is not homogeneously distributed and varies from <2 to 62 Bq/kg.

In all investigated soils, the radium equivalent activity and the external hazard index are below the permissible maximum, which shows the investigated soils do not pose a risk from additional radioactive dose load to the population in the region.

Key words: soil radioactivity, content of uranium, radium, thorium and potassium-40.

Въведение

Изследването на съдържанието и поведението на урана и други естествени радиоактивни елементи в обекти от околната среда е от съществено значение, тъй като те, наред с дъщерните си продукти, формират основната част от дозовото натоварване на живите организми и човека. Основните естествени радионуклиди, които се вземат пред вид при оценка на дозовото натоварване на човека от естествените източници на радиоактивност са ^{238}U, ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K и техните дъщерни продукти.

Добивът на уран в България започва през 1946 г. и продължава до 1992г., когато е прекратен с министерско постановление. В резултат от дейността, въпреки извършената рекултивация на минните обекти, могат да възникнат редица екологични проблеми (Борисова & Костова, 2011) като механично разрушаване на бившите рудници, излив на руднични води, които да доведат до замърсяване на почвите и водите в околността (Kolev, et al., 2018; Георгиев & Грудев, 2003) и до допълнително лъчево натоварване на населението, живеещо в тези райони.

Целта на настоящото изследване е определяне на съдържанието на естествени и техногенни радионуклиди в района на град Ямбол, където в миналото се е извършвал добив на уран по геотехнологичния метод в района на селата Тенево и Окоп и оценка на дозовото натоварване за населението от региона.

Материали и методи

Пробите са взети от района на град Ямбол от целинни почви на дълбочина 0-10 cm.

Пробите бяха анализирани за съдържание на естествени и техногенни радионуклиди гама-спектрометрично по валидирана вътрешно лабораторна методика (Naydenov, et al., 2011). Определени са специфичните активности на гама-емитиращите радионуклиди:

- с техногенен произход: цезий-137 (по гама 661,6 keV) и;
- естествено присъстващите: торий–234 (по 63,5 и 92 KeV), уран-235 (по гама 185,7 KeV), радий–226 (по гама 186,2 KeV), олово–214 (по 295,2 и 352,0 KeV), бисмут-214 (по 609,3 KeV), актиний-228 (по гама 911 KeV) и калий-40 (по гама 1461 KeV).

От посочените по-горе радионуклиди ^{40}K е гама емитер и може да бъде определен директно. Останалите радиоактивни елементи ^{238}U, ^{232}Th и ^{226}Ra се определят чрез дъщерните им гама-емитиращи радионуклиди, с които те са в равновесие. Така ^{238}U се определя чрез дъщерния си продукт ^{234}Th, ^{232}Th се определя чрез дъщерния си продукт ^{228}Ac, а ^{226}Ra се определя по краткоживущите си дъщерни продукти ^{214}Pb и ^{214}Bi, пика на пълно поглъщане с енергия 185.6 keV и корекционни коефициенти (за приноса на уран-235 в гама излъчването с енергия на пика 185,7 KeV).

Системата за измерване е производство на CANBERRA и включва многоканален анализатор DSA 1000, полупроводников детектор от чист германий с относителна ефективност 30% и разделителна способност 1,3 KeV за пикана пълно поглъщане на Co-60 при 1332 kV, както и софтуеар за обработка на спектрите GENNIE2K. Пробите бяха измервани в контейнер тип Marinelli с обем 450 cm^3.

За оценка на радиационната опасност за населението бяха използвани радиевият еквивалент на активността и индексът на външна опасност.

Радиевият еквивалент на активността се изчислява по следната формула:

$Ra_{eq} = A_{Ra}+1.43A_{Th} + 0.077A_K \leq 370$ Bq.kg^{-1},

където A_{Ra}, A_{Th} и A_K са активности в Bq.kg^{-1} на ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K съответно.
Граничната стойност е 370 Bq.kg^{-1}.
Индексът на външната опасност се оценява по следната формула:

$H_{ex} = A_{Ra}/370 + A_{Th}/259 + A_K/1480 \leq 1$,

където A_{Ra}, A_{Th} и A_K са активности в Bq.kg^{-1} на ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K съответно.

Резултати и обсъждане

Резултатите от извършениете анализи за съдържание на естествени и техногенни радио нуклиди в изследваните почви са представени в Таблица 1.

Таблица 1. Специфична активност на естествени и техногенни радионуклиди в изследваните почви [Bq/kg]

№	Обект	^{210}Pb	^{238}U	^{226}Ra	^{235}U	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs	^{226}Ra /^{238}U
1	ПСОВ Ямбол	35±5	25±4	36±5	1,0±0,3	36±4	680±70	2±0,5	1,44
2	с. Симеоново	75±8	28±5	48±6	1,5±0,4	42±4	540±60	14±2	1,71
3	с.Тенево	66±8	24±4	31±5	1,2±0,3	24±3	665±75	62±6	1,29
4	с. Тръпково	46±7	26±5	26±4	1,0±0,3	32±4	840±85	24±2	1,00
5	с. Пчела	48±7	32±5	34±5	1,6±0,4	34±3	600±60	24±3	1,06

В доклад на Обединените нации (UNSCEAR, 2000) са посочени следните осреднени стойности за съдържанието на естествени радионуклиди в ненарушени почви от България: ^{40}K – средно 400 Bq.kg^{-1} (вариращо между 40 и 800); ^{238}U – средно 40 Bq.kg^{-1} (вариращо между 8 и 190); ^{226}Ra – средно 45 Bq.kg^{-1} (вариращо между 12 и 210); ^{232}Th – средно 30 Bq.kg^{-1} (вариращо между 7 и 160).

Като цяло данните, получени в настоящото изследване са сравними с посочените в доклада средни стойностти за страната.

При разглеждане на получените съотношения между ативностите на радия и урана (Ra-226/U-238) се забелязва локално нарушаване на радиоактивното равновесие (съотношение между активностите равно на единица) при първите три почви. Това вероятно се дължи на различната мобилност на двата радионуклида в почвата. В тези три почви изчисленото съотношение е по-високо от 1, което показва, че количеството на радия преобладава. Физикохимичните свойства на урана спомагат за по-голямата му разтворимост във вода и подвижност под въздействието на валежите. Във водата той се намира под формата на уранил йон, който образува стабилни разтворими комплекси и може да мигрира по дълбочина на почвения профил и извън него. Радият се отличава с висока реактивоспособност, но се утаява по-бързо под формата на различни соли и в почвата се адсорбира в по-голяма степен от глинестата фракция и органичното вещество (Muhs & Rosholt, 1990).

Съдържанието на техногенния Cs-137 в изследваните почви е съпоставимо с данните, получени в други райони на страната (Yordanova, et al., 2014) и е резултат

на глобалния фолаут, получен вследствие на аварията в Чернообил, като разпределението му в отделните почви е нехомогенно и варира от <2 до 62 Bq/kg.

За да се направи оценка на риска от допълнително дозово натоварване за населението в района, бяха изчислени радиевият еквивалент на активността (Ra_{eq}) и индексът на външна опасност (Hex).

При всички изследвани почви, радиевият еквивалент беше под 370 Bq/kg, а $H_{ex} \leq 1$, следователно може да се заключи, че изследваните почви не представляват опасност за населението в района от радиологична гледна точка.

Заключение

Проведени са изследвания на съдържанието на естествени и техногенни радионуклиди в почви от района на град Ямбол. Получените резултати са съпоставими с цитираните в литературата данни за света и нашите географски ширини.

Установено е локално нарушаване на радиоактивното равновесие между урана и радия в три от изследваните почви, което вероятно се дължи на различната мобилност на двата радионуклида в почвата.

При всички изследвани почви, радиевият еквивалент на активността и индексът на външна опасност са под допустимия максимум, което показва, че изследваните почви не представляват риск за здравето на населението в района от радиологична гледна точка.

Литература

Борисова, А., & Костова, Б. (2011) Съвременни екологични проблеми, резултат от добива на уран на територията на България, Екологизация, НБУ

Kolev, S., Hristov, V., Ivanova, K., & Kunovska, B. (2018). Mine water discharge in the region of former uranium mines in Southern Bulgaria. *Review of the Bulgarian Geological Society*, *79*(3)

Георгиев, П., & Грудев, С. (2003). Характеристика на замърсени почви в района на ураново находище. *Год. на МГУ, Добив и преработка на минерални суровини*, 46-2.

Naydenov, M., Yordanova, I., Staneva, D. &Misheva, L. (2010) Procedure for determination of natural and technogenic gamma-emitters in soils, waters and other agricultural samples. In: Procedures for determination of radioactive elements in environmental samples. National Center for Agricultural Science, Sofia, 5-11.

UNSCEAR**.** Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation**.** Volume I: Sources, Annex B, Report to the General Assembly, with annexes, United Nations sales publication Sales No. E.00.IX.3, ISBN 92-1-142238-8, United Nations, New York, 2000.

Muhs, D. R., Bush, C. A., & Rosholt, J. N. (1990). Uranium series disequilibrium in Quaternary soils—Significance for 222Rn hazard assessment. *US Geol. Surv. Circ*, *1033*, 39-44.

Yordanova, I., Staneva, D., Misheva, L., Bineva, T., & Banov, M. (2014). Technogenic radionuclides in undisturbed Bulgarian soils. *Journal of Geochemical Exploration*, *142*, 69-74

МИКРОБИОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПЛАНИНСКО-ЛИВАДНА ПОЧВА

Христо Вълчовски, Йонита Перфанова

Селскостопанска академия, ИПАЗР „Н. Пушкаров“

За кореспонденция: h.valchovski@issapp-pushkarov.org

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF EPI-CAMBIC LEPTIC UMBRISOLS

Hristo Valchovski, Jonita Perfanova

Agricultural Academy, ISSAPP “N. Pushkarov”

corresponding author: h.valchovski@issapp-pushkarov.org

Abstract

The soil microflora of Epi-Cambic Leptic Umbrisols was investigated. Samples from three soil layers (0-10 cm, 10-34 cm and 34-50 cm) were collected. The amounts of the main taxonomic microbial groups in the soil were determined. The results showed that the amounts of ammonifying bacteria, mineral nitrogen utilizing bacteria, actinomycetes, microscopic fungi and cellulose decomposing microorganisms were higher in the surface soil layer. In depth the population density of the soil microorganisms significantly reduced, being the lowest in the soil layer 34-50 cm.

Key words: soil bacteria, soil fungi, Epi-Cambic Leptic Umbrisols.

Резюме

Извършено е изследване на почвената микрофлора от Планинско-ливадна почва. Пробите са взети от три почвени дълбочини: 0-10 cm, 10-34 cm и 34-50 cm. Определена е числеността на основните таксономични микробиални групи в почвата. Резултатите показват, че броят на амонифициращите бактерии, бактериите, използващи минерален азот, целулозоразлагащите микроорганизми, микроскопичните гъби и актиномицетите е най-висок в повърхностния слой на почвата. В дълбочина числеността на почвените микроорганизми намалява, като е най-ниска в почвения слой 34-50 cm.

Ключови думи: почвени бактерии, микроскопични гъби, Планинско-ливадна почва.

Въведение

Планинско–ливадните почви заемат най–високите части на планините в България – над 1700 м надморска височина. Климатът във високопланинския пояс се характеризира с голямо количество валежи – над 900 до 1000 mm годишно. Температурите са сравнително ниски, а изпарението е незначително. Характерна за почвообразувателния процес е тенденцията към образуване на чимов хоризонт. Почвообразуването протича под влияние на буйно развиваща се ливадна растителност, която оставя върху повърхността голямо количество растителни остатъци, но поради ниските температури те се минерализират бавно. По такъв начин се създават благоприятни условия за образуване на чимов хоризонт (Гюров и Колчева, 1969).

Почвените микроорганизмите реагират специфично на климатичните въздействия. В зависимост от вида и степента на въздействието настъпват различни промени в характеристиките на почвените микробиални съобщества (численост, активност, морфологично и видово разнообразие, микробиална биомаса и пр.) (Sha et al., 2009). Микробиологичните показатели на почвата могат да служат като ранни индикатори за настъпил екологичен стрес на почвата.

Целта на настоящото изследване е да се направи характеристика на микрофлората и да се установят промените ~~в~~ по дълбочина на почвения профил на Планинско-ливадна почва.

Материали и методи

Изследван е почвен профил на Планинско–ливадна почва в Рила планина, с. Сестримо. Почвата е плитка, слабо ерозирана, леко – песъкливо глинеста, слабо камениста. Релефът при профила е полегат скат с югоизточен наклон. Растителността е смесена – горска, храстовидна и тревиста. Изследваната почва е класифицирана по WRB (2014) като Epi-Cambic Leptic Umbrisols (Epi-loamic Endo-Arenic Hyperhumic)

Пробите са взети в три дълбочини: 0-10 cm, 10-34 cm и 34-50 cm. Определена е числеността по метода на десетичните разреждания на основни функционални групи микроорганизми, участващи в трансформацията на хранителните елементи в почвата - амонифициращи, използващи минерален азот, целулозоразлагащи, микроскопични гъби и актиномицети (Грудева и др., 2006). Резултатите са представени като брой на колонии-образуващи~~те~~ единици (КОЕ) на 1 г абсолютно суха почва. Изследвани са основните агрохимични и физични показатели на почвата (Таблица 1).

Таблица 1. Агрохимични и физични показатели на Планинско – ливадна почва

Дълбочина cm	**pH**	**хигроскопична влажност**	**Σ N-NH_4+NO_3**	**P_2O_5**	**K_2O**	**Хумус**	**Сума на почвени частици <0,01 mm**
	KCl	**%**	**mg/kg**	**mg/100g**		**%**	**%**
$A_{чим}$ 0-10	4,0	6,27	28,8	3,3	31,7	22,08	24,2
A_1 10-34	4,0	3,17	16,7	0,2	6,9	9,72	21,1
A_2 34-50	4,1	2,03	12,7	1,7	3,2	8,43	13,2

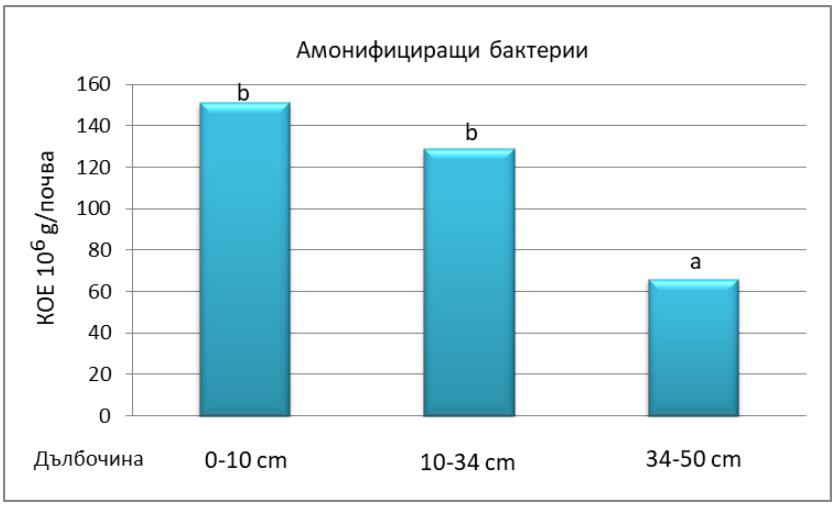
Представените показатели са определени по следните методи: механичен състав по метода на Качинский (1970). Съдържание на органично вещество по метода на Тюрин (1937). Минерален азот по метода на Bremner (1965). Подвижни форми на фосфор и калий по метода на Иванов (1984). Реакция на почвата (pH) – потенциометрично в калиев хлорид.

Получените данни за числеността на основните групи микроорганизми са обработени статистически чрез Statgraphics 2.1.

Резултати и обсъждане

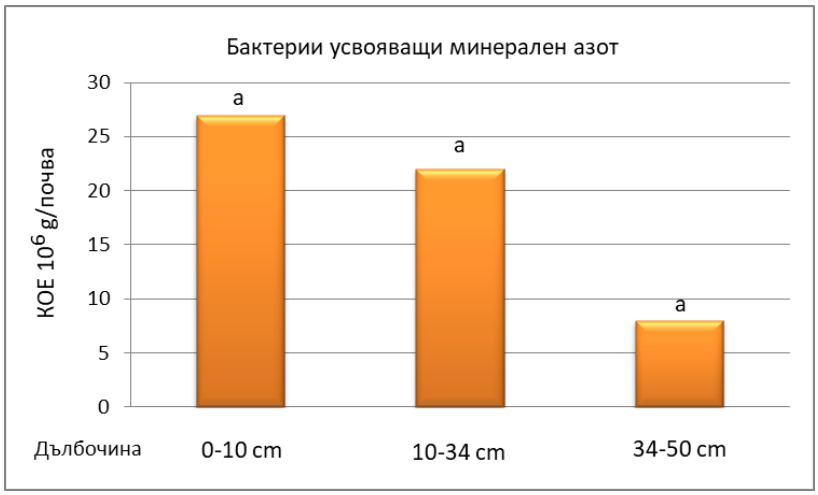
В Планинско-ливадната почва се наблюдава голяма численост на амонифициращи бактерии (Фиг.1). Хоризонт $A_{чим}$ има много благоприятни условия за развитието на тези микроорганизми високо съдържание на хумус, много добра запасеност с усвоим калий, наличие на минерален азот. В хоризонт A_1

разпространението им е малко по- слабо, но и посочените агрохимични показатели намаляват в този хоризонт. Числеността на амонифициращите бактерии в хоризонт A_2 също е значителна, но е почти на половина от тази на хоризонт $A_{чим}$. Тази разлика вероятно се дължи, освен на дълбочината на почвените хоризонти и на разликите в механичния им състав (хоризонти $A_{чим}$ и A_1 са леко песъкливо глинести, докато хоризонт A_2 е глинесто -песъклив).



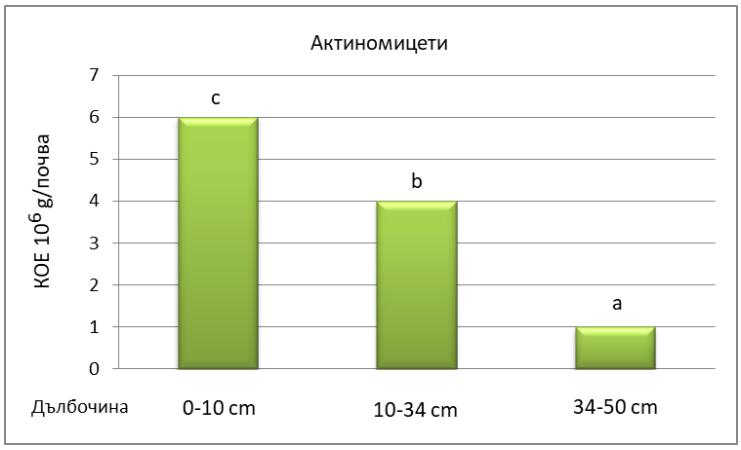
Фигура 1. Амонифициращи бактерии в Планинско-ливадна почва

Бактериите, усвояващи минерален азот намаляват постепенно в дълбочина на профила при Планинско-ливадната почва, което е аналогично и с намаляването на минералния азот (Фиг.2). Минерализационните процеси при Планинско-ливадната почва са силно изразени. Това показва, че по-високата надморска височина не оказва отрицателно влияние върху развитието на бактериите, усвояващи минерален азот. Освен физичните и химичните свойства, причина за по-голямото разпространение на тази група микроорганизми, при Планинско–ливадната почва, е и начина на земеползване. При смесената горска растителност бактериите усвояващи минерален азот се развиват интензивно. Засилени амонифициращи процеси се съобщават и други автори при Планинско–ливадна почва (Grigorova-Pesheva, 2020).



Фигура 2. Бактерии усвояващи минерален азот в Планинско-ливадна почва

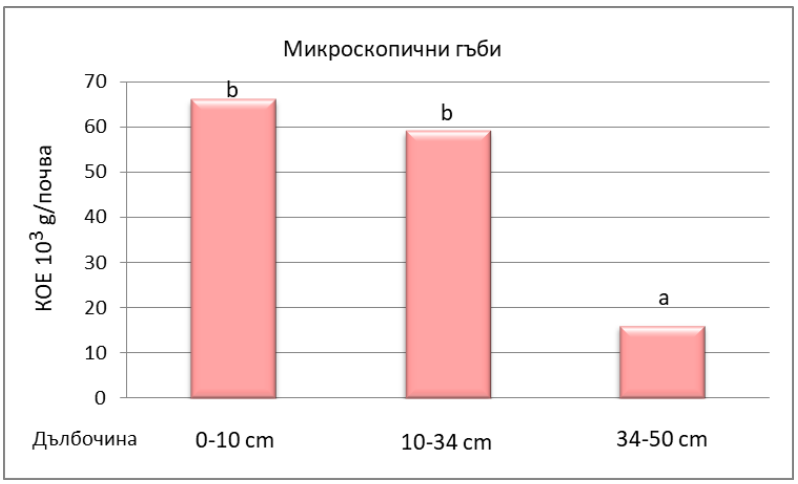
Разпространението на актиномицети в Планинско-ливадната почва е по–слабо изразено (Фиг.3). Въпреки че съдържанието на хумус е високо при Планинско-ливадната почва, неговото минерализиране протича по-бавно. За разлика от бактериите, усвояващи минерален азот, при актиномицетите, високата надморска височина и по-ниските температури през есенния период на годината, оказват влияние върху развитието им, което е типично за Планинско–ливадните почви. Доказани статистически разлики в трите изследвани хоризонта на Планинско-ливадна почва са отчетени при разпространението на актиномицетите. Числеността им силно намалява в дълбочина на профила, което е свързано с редуциране на достъпните хранителни вещества и увеличаване на конкуренцията за усвояване на тези вещества.с факултативните анаероби.



Фигура 3. Актиномицети в генетични хоризонти на Планинско-ливадна почва

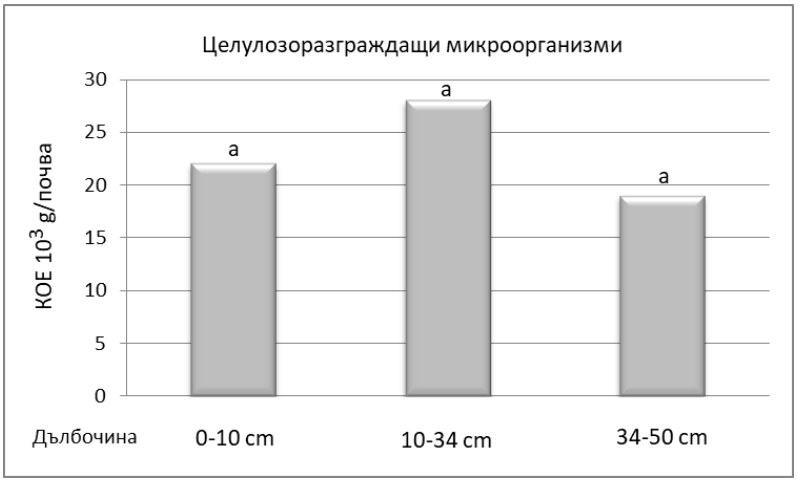
Много силно развитие на микроскопични гъби е отчетено при Планинско-ливадната почва (Фиг.4). Значително е разпространението им в хоризонт $A_{чим}$, който се отличава с високо съдържание на хумус, добра хигроскопична влажност и кисела реакция. Вероятно съчетанието на тези фактори, създава много благоприятни условия за развитието на микроскопичните гъби.

Публикувани са редица проучвания, свързани с микробиологичната характеристика на Планински почви, с голяма надморска височина. Бактериите и микроскопичните гъби са определени като едни от основните биологични фактори за протичане на педогенетичните процеси. Тези микроорганизми са и едни от основните участници, обогатяващи почвата с азот и въглерод. (Jumpponen et al. 2002; Frey et al. 2013, Ciccazzo et al., 2016). В хоризонт $A_{чим}$ на Планинско-ливадната почва има най-голямо количество бактерии, актиномицети и микроскопични гъби и най–високо съдържание на минерален азот, в сравнение с останалите хоризонти.



Фигура 4. Микроскопични гъби в Планинско-ливадна почва

В целият профил на Планинско-ливадната почва протичат целулозоразграждащи процеси, по–силно изразени в хоризонт A_1. Прави впечатление, че целулозоразграждащите микроорганизми, при Планинско– ливадна почва, са в по-голямо количество в хоризонт A_2, в сравнение с повърхностния хоризонт~~и~~ (Фиг.5).



Фигура 5. Целулозоразлагащи микроорганизми в Планинско-ливадна почва

Това може да се дължи на структурата на втория хоризонт, при този тип почва. Той е слабо уплътнен, с троховидна структура и множество влакнести корени. Повърхностният хоризонт на изследваната почва, се характеризира с дребнозърнеста структура, което е една от причините за по-слабото разпространение на целулозоразлагащи микроорганизми.

Заключение

В Планинско-ливадна почва агрохимичните и физични условия са благоприятни за разпространението на амонифициращи микроорганизми, бактерии усвояващи минерален азот, актиномицети, целулозоразлагащи микроорганизми и микроскопични гъби. В дълбочина на почвения профил, числеността на тези групи микроорганизми, постепенно намалява.

Литература

Грудева В., С. Наумова, Б. Гочева, Т. Недева и С. Антонова-Николова. (2006). Ръководство по микробиология. Университетско издателство „Св. Кл. Охридски", София. 335с.

Гюров Г., Колчева Б., (1969). Почвознание, изд. „Х. Г. Данов", Пловдив, 372 стр.

Иванов П., (1984). Нов ацетатно – лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий в почвата. Почвознание агрохимия и екология, 4, стр. 88 – 98.

Качинский Н. А., (1970). Физика почвы. Част I и II. Издателство „Вышая школа", Москва, стр. 340 и 357.

Тюрин И.В., (1937). *Органическое вещество почвы и его роль в почвообразовании: Учение о почвенном гумусе*. Сельхозгиз, стр. 287.

Bremner J.M. (1965). Inorganic forms of nitrogen, In: Methods of soil analysis, Part 2,(C.A. Black et al., Ed.), Agronomy 9, pp. 1179 – 1237, Am. Soc. of Agron. Inc. Madison, Wis.

Ciccazzo S., Esposito A., Borruso L., Brusetti L., (2016). Microbial communities and primary succession in high altitude mountain environments. Annals of Microbiology, volume 66, pages 43–60.

Frey B, Bühler L, Schmutz S, Zumsteg A, Furrer G (2013). Molecular characterization of phototrophic microorganisms in the forefield of a receding glacier in the Swiss Alps. Environ Res Lett 8:015033.

Jumpponen A, Trappe JM, Cázares E (2002). Occurrence of ectomycorrhizal fungi on the forefront of retreating Lyman Glacier (Washington, U.S.A.) in relation to time since deglaciation. Mycorrhiza 12:43–49.

Grigorova-Pesheva B. (2020). Influence of seasonal dynamics on the microflora of two types of forest soils - Brown forest soils and Mountain-meadow soils. Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemisty and Ecology, 54, 2: 12-23.

Sha X., L.G. Bin, D. Q. Hou, Z. Chao and Y. Na. (2009). Dynamics of Soil Microbial Biomass on the Abandoned Cropland in Loess Hilly Area. *Scientia Agricultura Sinica*, 42 (3). 943-950

ПРЕДСТАВЯНЕ НА „СОФТУЕР ЗА ПОТЕНЦИАЛНА ОТНОСИТЕЛНА ОЦЕНКА И КЛАСИФИКАЦИЯ ПО ПРИГОДНОСТ ЗА ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ В БЪЛГАРИЯ“

Ивелина Радованова

ССА - ИПАЗР „Н. Пушкаров“, София

E-mail: radovanova@abv.bg

Резюме

През 2023г. бе разработен от мен „Софтуер за потенциална бонитировка и класификация по пригодност за земеползване на земеделските земи в България“ Радованова Ив., 2023). Той работи в условията на MS Office, програмиран изцяло чрез Microsoft Excel.

Софтуерът със съответната методика в своята си същност е актуализация на приетата със закон „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в България“ (Петров Е. и др., 1988.), като това е постигнато чрез новоразработена „Методика за потенциална оценка на земеделските земи в България“ (Радованова Ив., 2020, 2021 дисертация). Актуална и потенциална оценка са напълно съпоставими като подход, схема, параметри и т.н.. Разликата между актуалната и потенциалната оценка, както при софтуера, е че при потенциалната оценка на земеделските земи се използват потенциалните характеристики (подлежащи на подобряване чрез външна намеса). Тези характеристики са: дълбочина на хумусния хоризонт, почвена реакция, съдържание на хумус, ниво на подпочвените води, каменистост на орницата и степени на засоляване и/или алкалност. За тези характеристики са приложени 86 новоразработени бонитетни скали и алгоритми (Радованова Ив., 2021 дисертация).

Софтуерът работи чрез вградените функции на Microsoft Excel. Механизмът на съществуващата окончателна категоризация на пригодността за земеползване на оценяваните земи е напълно запазен, но вече се разглежда в аспект като "потенциален" и ползва новите потенциални алгоритми.

Софтуерът дава възможност за отпечатването на официален документ за извършената потенциална оценка на съответната земеделска земя.

Ключови думи: софтуер, потенциална бонитировка и категоризация, земеделски земи, потенциална оценка на земеделска земя.

PRESENTATION OF "SOFTWARE FOR POTENTIAL RELATIVE ASSESSMENT AND LAND USE SUITABILITY CLASSIFICATION OF AGRICULTURAL LAND IN BULGARIA"

Ivelina Radovanova

Agricultural Academy – ISSAPP "N. Poushkarov", Sofia

E-mail: radovanova@abv.bg

Abstract

In 2023, I developed "Software for potential land use suitability classification of agricultural land in Bulgaria" (Radovanova Iv., 2023). It works in MS Office terms, programmed entirely through Microsoft Excel.

The software with the corresponding methodology is essentially an update of the legally adopted "Methodology for work on the cadastre of agricultural land in Bulgaria" (Petrov E. et al., 1988.), and this was achieved by a newly developed "Methodology for potential assessment of agricultural land in Bulgaria" (Radovanova Iv., 2020, 2021 dissertation). Actual and potential assessment are fully comparable in terms of approach, scheme, parameters, etc. The difference between actual and potential assessment, as in the case of software, is that in the case of potential assessment of agricultural land, potential characteristics (subject to improvement by external intervention) are used. These characteristics are: depth of the humus horizon, soil reaction, humus content, groundwater level, stoniness of the plough soil and degree of salinity and/or alkalinity. For these characteristics, 86 newly developed Bonite scales and algorithms have been applied (Radovanova Iv., 2021 thesis).

The software uses the built-in functions of Microsoft Excel. The mechanism of the existing final land use suitability categorisation of the assessed land is fully maintained, but is now considered in a "potential" aspect and uses the new potential algorithms.

The software allows the printing of an official document of the potential assessment of the agricultural land concerned.

Key words: software, potential assessment and categorisation, agricultural land, agricultural land potential assessment.

Въведение

„Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ“ от 1988г., чрез която се категоризират земеделските земи у нас е активно прилагана, и въпреки научно обслужвана многократно от тогава, си остана вариант на „актуална оценка“.

В същото време световната икономиката и наука, и държавната администрация на България активно се интересуват от пригодността на земята за земеползване в два аспекта: актуална и потенциална пригодност. В последните години основно се акцентира върху агроекологичния потенциал на обработваемата земя, която в национален и глобален мащаб намалява и е основен ресурс човечеството ни. До скоро липсваше цялостна „Методика за потенциална оценка на земеделските земи в България“ на научно и практично ниво. През 2021г.е защитена докторска дисертация на тема „Съвременни подходи за потенциална оценка (бонитировка и категоризация) на земеделските земи в България“ (Ив. Радованова, 2021г).

Новоразработеният „Софтуер за потенциална оценка, класификация и категоризация по пригодност за земеползване на земеделските земи в България“ базиран на съответната методика, отговаря на най-новите изискванията на ЕС, FAO,

България, науката за модернизация, дигитализация и цифровизация на земеделието.

Целта на настоящата публикация е да се направи представяне на новоразработеният „Софтуер за потенциална оценка, класификация и категоризация по пригодност за земеползване на земеделските земи в България“ (Радованова Ив., 2023г.), който автоматизира и дигитализира процеса. Той е удобен за ползване от държавно-административното обслужване на нашето земеделие, собствениците, ползвателите на земеделски земи, индустрията, науката и всички които имат интереси в тази област.

Материали и методи

При разработване на „Софтуер за потенциална оценка, класификация и категоризация по пригодност за земеползване на земеделските земи в България“ (Радованова Ив., 2023г.), за характеристиките, които не се поддават на антропогенно влияние (плюс тези за напояване), са ползвани алгоритми (бонитетни скали) залегнали в методиката за актуална оценка (Петров Е., Кабакчиев Ив. и др., 1988.). Това са почвената текстура (механичният състав), мощността на почвата (кореновото пространство), текстурната диференциация, агроклиматичните условия.

Характеристиките, които могат да се подобрят при производството, т.е. да се развие потенциалът им са: -степените на засоляване и/или алкалност (могат да бъдат коригирани с гипсуване и др. различни мелиоративни практики), -каменистостта на орницата (поправима чрез почистване от камъни и чакъл), -мощността на хумусния хоризонт (възможно продълбочаване), -почвената реакция (поддава се на корекции с варуване например), -хумусното съдържание (компенсира се при необходимост с правилни завишени стойности на торене), -нивото на подпочвените води и -степените на заблатяване (възможно изграждане на дренажни системи) и са ползвани ново разработени алгоритми от дисертационната ми разработка.

Потенциалната оценка се извършва спрямо изискванията на 16 основни земеделски култури, систематизирани в 5 групи – зърнени, технически, трайни насаждения, фуражни и зеленчукови култури. Тя е разработена в докторантура на тема „Съвременни подходи за потенциална оценка (бонитировка и категоризация) на земеделските зами в България“ (Радованова Ив., 2021г.). Крайната класификационна схема по пригодност за земеползване на оценените земи е тази, официално приета у нас – според средния агрономически бал, десет бонитетни категории.

Софтуерът е осъществен на база Microsoft Excel. Ползвани са математическите и логическите функции вградени в платформата. Въвеждането на данните е в диалогов режим.

Трябва да се подчертае, че двете методики трябва да се ползват успоредно. Само тогава те са достатъчно репрезентативни и информативни за практиката и науката.

Резултати и обсъждане

План-схема на софтуера:



1. **Входен портал**

Съдържа 5 работни листа (Worksheets).

Първият работен лист е въвеждащ.

Вторият работен лист е формуляр, който след разпечатка позволява ръчно събиране на пълния набор първични данни.

Останалите три работни листа служат за въвеждане в софтуера на административни, почвени и климатични данни за оценявания обект.

Режимът за работа с всички тях е открит и диалогов, т.е. операторът ги вижда на екрана, може да ги превключва, да въвежда и коригира данни (с изключение на формуляра).

Към полетата за въвеждане на данни са дадени ключови пояснения за техния формат.



2. **Основна част на софтуера**

Съдържа 18 работни листа (Worksheets).

Шестнадесет от тях извършват бонитировката на обекта според изискванията на земеделските култури участващи в потенциалната оценка: пшеница, средно късна царевица, слънчоглед, захарно цвекло, ориенталски и едролистен тютюни, късни картофи, средно ранни лозя, ябълки, круши, сливи, праскови, череши, люцерна, ливади и пасища, средно ранни домати.

Пет работни листа са предвидени за култури спрямо които към момента няма методи за потенциална оценка, но могат да бъдат включени в близко бъдеще: соя, ориз, памук, лен (влакнодаен и междинен), малини.

На един работен лист се извършва оценката при условия на напояване.

Един работен лист обединява индивидуалните оценки по култури и извършва категоризация на оценявания обект.

Тези „Worksheets“ не изискват намеса на оператора и затова за тях е препоръчителен скрит (hidden) режим на работа. При желание операторът може да ги визуализира на екрана и проследи работата им, но пряк достъп не е разрешен.



3. **Изходен портал**

Изходния портал е всъщност един „Worksheet“ с явна и скрита (hidden) части. Представлява една работна страница, лист.

Явната част е екранна демонстрация на подробната цялостна потенциална оценка и категоризация на обекта в табличен вид. Съдържа първичните данни. Може да бъде разпечатвана като официален документ.

Скритата част е отделена за оценката на културите, които ще бъдат обект на бъдещи разработки.

„Софтуерът за потенциална оценка, класификация и категоризация по пригодност за земеползване на земеделските земи в България“ (Радованова Ив.,

2023г.). се състои от три части представен в План-схемата по-горе и Фигура1. Това са:

1. Входен портал (План-схема и Фиг. 1). – от пет работни листа (Worksheets).
1. Основна част (План-схема) – съдържа 18 работни листа (Worksheets). и
2. Изходен портал (План-схема и Фиг. 2) – съдържа 1 работен лист (Worksheet).



Фигура 1. Начална страница на „Софтуера за потенциална относителна оценка на земеделските земи в България“ (Радованова Ив., 2023г.).
Figure 1. Homepage of "Software for potential relative evaluation of agricultural land in Bulgaria" (Radovanova Iv., 2023).

1. Входен портал – съдържа пет работни листа (Worksheets).

Първият работен лист „POT_LAND_EVAL“ е въвеждащ (План-схема и Фиг. 1).

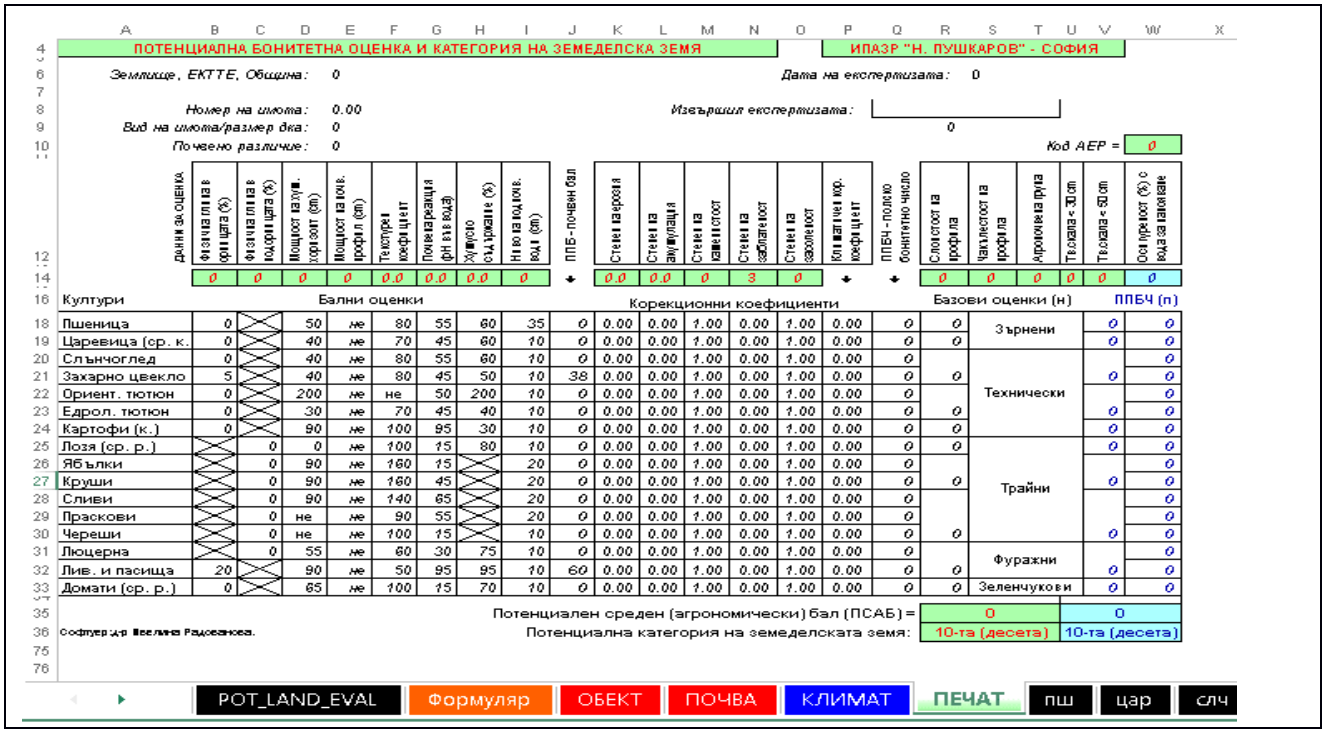
Вторият работен лист „Формуляр“ е формуляр, който след разпечатка позволява ръчно събиране на пълния набор първични данни. Останалите три работни листа служат за въвеждане в софтуера на административни „ОБЕКТ“, почвени „ПОЧВА“ и климатични „КЛИМАТ“ данни за оценявания обект. Режимът за работа с всички тях е открит и диалогов, т.е. операторът ги вижда на екрана, може да ги превключва, да въвежда и коригира данни (с изключение на формуляра). Към полетата за въвеждане на данни са дадени ключови пояснения за техния формат.

2. Основна част на софтуера – съдържа 18 работни листа (Worksheets).

Шестнадесет работни листа от тях извършват бонитировката на обекта (План-схема и Фиг.1) според изискванията на земеделските култури участващи в потенциалната оценка: пшеница „пш“, средно късна царевица „цар“, слънчоглед „слч“, захарно цвекло „зцв“, ориенталски „орт“ и едролистен тютюн „едт“, късни

картофи „кфи“, средно ранни лозя „лзя“, ябълки „ябл“, круши „крш“, сливи „слв“, праскови „прс“, череши „чер“, люцерна „люц“, ливади и пасища „лип“, средно ранни домати „дом“. На един работен лист „нап“ се извършва оценката при условия на напояване. Един работен лист „КТГ“ обединява индивидуалните оценки по култури и извършва категоризация на оценявания обект. Тези „Worksheets“ не изискват намеса на оператора и затова за тях е препоръчителен скрит (hidden) режим на работа. При желание операторът може да ги визуализира на екрана и проследи работата им, но пряк достъп не е разрешен.

3. Изходен портал – съдържа 1 работен лист (Worksheet).



Фигура 2. Изходен портал (Worksheet) – „ПЕЧАТ“ на „Софтуера за потенциална относителна оценка на земеделските земи в България“ (Радованова Ив., 2023г.).
Figure 2. The output portal (Worksheet) - "PRINT" of "Software for potential relative evaluation of agricultural lands in Bulgaria" *(Iv. Radovanova, 2023).*

Работният лист „ПЕЧАТ“ (План-схема , Фиг. 1 и Фиг. 2) е екранна демонстрация на подробната цялостна потенциална оценка и категоризация на обекта в табличен вид. Съдържа първичните данни. Може да бъде разпечатвана като официален документ.

Заключение

Направените тестове на фона на действащата отдавна у нас „Методика ….“ за актуална бонитировка на земеделските земи, убедително доказаха, че:

Софтуерът работи отлично с алгоритмите залегнали в новата надстроечна „Методика за потенциална относителна оценка на земите“.(базирана на докторат – Съвременни подходи за потенциална оценка (бонитировка и категоризация) на земеделските зами в България“(Радованова Ив., 2021г.)).

Също така:

Важен извод и препоръка, които могат да се направят е, че двете методики трябва да се ползват успоредно. Само тогава те са достатъчно репрезентативни и информативни за практиката.

Понеже „Потенциалната“ методика отчита при оценките прилагане на високо технологични растениевъдни решения – оптимално торене, дренаж, варуване, гипсуване, борба със засоляването, почистване от камъни, продълбочаване на орницата, напояване и пр., резултатите от нея са винаги по-високи от тези получени при „Актуалната“ оценка

Тук трябва да отбележим, че колкото по-висок е естествения продуктивен потенциал на земята (почва, подпочва, климат) за определена култура, толкова по-нисък е процентът за достигане на максималния антропогенно-технологичен потенциал, съответно вложенията ще бъдат по-ниски (до минимални).

При потенциални оценки отчитащи минимален ефект и са под границата „40 бонитетни бала“. Това определя тази земя като абсолютно непригодна за земеделски практики и собственикът може да я отчисли от земеделския фонд и да промени начина на ползване (за складово-производствени цели, жилищно строителство, соларни паркове и т.н.).

От изложеното до тук може да се направи извода, че освен научно-фундаментален характер, така разработеният „Софтуер …“ е и с, приложен характер, особено на фона на действащата методика за актуална бонитировка. Той ще бъде извънредно полезен и за практиката на няколко нива:

Първо: На държавно ниво (Министерство на земеделието) – нормативни активности, аграрни политики, стратегии, комасация на земите, пазарна конюнктура, евентуална бъдеща данъчна стратегия и пр.

Второ: На производителите в тяхната специализация и ежегодна работа.

Трето: Науката и образуването в областта на почвознание, земеделието, растениевъдството, и всичко свързано със сектора селското стопанство.

Четвърто: Икономиката, всички направления на индустрията и производството

Пето: Финансово-банков сектор, застраховане, оценителство на земеделски земи, инвестиции и т.н.

Шесто: Екология, устойчиво развитие на земеделието, устойчиво развитие на човешката и животинска популация, и т.н.

Вече бе изяснено, че така разработен Софтуерът работи с 16 основни култури (сортове, хибриди), които по действащата методика за актуална бонитировка служат за категоризация на земите при неполивни условия. Той е предвиден (и е оставен подходящо отворен) за допълнително надграждане за работа с още култури.

В тази връзка силно препоръчително е в близко бъдеще:

1. Да се разработят алгоритми за потенциална относителна оценка (бонитировка) на земеделските земи в РБ спрямо изискванията към агроекологичните условия на: ранна, средно ранна, късна и много късна царевица; средно ранен и късен ориз; памук; лен (влакнодаен и междинен); ранни и късни домати; пипер; ранни картофи; малини; ранни и късни лозя; средно ранна и средно късна соя.

1. Да се надстрои разработеният в настоящия проект „Софтуер“ с тези алгоритми така, че да се достига до потенциална относителна оценка (потенциални полски бонитетни числа) за изброените по-горе култури (техни сортове и хибриди).

В последните няколко десетилетия, извън рутинно приетата у нас „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в РБ“, са налични публикации за актуална бонитировка на земите спрямо изискванията на ечемика (фуражен и пивоварен), рапицата (зимна и пролетна), лешника, маслодайната роза и др. С позволение и съвместно с авторите, тези методики биха могли да бъдат надстроени за потенциална оценка и да бъдат допълнително включени в софтуера.

Благодарности

Изказвам искрена БЛАГОДАРНОСТИ, като пост-докторант за възможността да извърша това изследване с подкрепата и финансирането от Министерство на образованието и науката по Национална програма „Млади учени и постдокторанти – 2“.

Литература

Radovanova Iv. (2023), Development of Software for potential Land evaluation and classification by suitability for Land use of agricultural Lands in Bulgaria, p. 40 -45, Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology - Agricultural Academy, ISSN 0861-9425 (Print) and ISSN 2534-9864 (On-line), Sofia. (Bg).

Petrov E., Iv. Kabakchiev, P. Bozhinova, A. Stoeva, Ya. Georgieva, E. Hershkovich, D. Dilkov (1988). Methodology for work on the cadaster of agricultural lands in PRB. p. 144. Asotsiatsia NAPS, Sofia. (Bg).

Радованова Ив., 2022г., Дисертация „Съвременни подходи за потенциална оценка (бонитировка и категоризация) на земеделските зами в България“ защитена на 30.05.2022г., стр. 1–154, ССА - ИПАЗР „Н. Пушкаров“, София, България .

Радованова Ив., 2021г., „Методика за потенциална оценка на земеделските земи в България – решени задачи, изводи, препоръки, научни приноси“, Сборник с доклади от Научна конференция с международно участие „Екология и агротехнологии – фундаментална наука и практическа реализация“, 21-22 октомври 2021, гр. София , ISSN 2683-0663 (on-line), Селскостопанска Академия - ИПАЗР „Н. Пушкаров“, стр. 109 – 115.

РЕЗЕРВАТ "БАЛТАТА" – СЪСТОЯНИЕ, ЕКОЛОГИЧНИ ПРОБЛЕМИ И РЕШЕНИЯ

Стелияна Христова

ИПАЗР „Никола Пушкаров“

E-mail: stelityhristowa@abv.bg

Резюме

Резерватът „Балтата“ е разположен по устието на р. Батова в непосредствена близост до курорта „Албена“. Климатичните условия, алувиалните почви и голямата влажност са предпоставка за развитие на лонгозни гори. Редица растителни видове са редки и са включени в Червената книга на България. Тревоги буди общото състояние на влажната зона, поради засилващите се процеси на осушаване и усвояване на терени около нея.

В доклада са идентифицирани екологични проблеми по отношение на почвите, флората и фауната в резервата и предложени мерки за тяхното решаване.

Ключови думи: резерват, Балтата, лонгозни гори, екологични проблеми, решения.

BALTATA NATIONAL RESERVE – CONDITION, ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND DECISIONS

Steliyana Hristova

ISSAPP “Nikola Poushkarov”

E-mail : stelityhristowa@abv.bg

Abstract

Baltata National Reserve is located at the mouth of Batova river in close proximity to Albena Resort. The favorable climatic conditions, alluvial soils and high humidity are prerequisites for the development of longose forests. A number of plant species are rare and included in the Red Data Book of the Republic of Bulgaria. The main concern in this area is due to the intensification of the processes of drying and exploitation of the terrain around.

The report identified environmental problems regarding the soils, flora, and fauna in the reserve and offered measures to solve them.

Key words: reserve, Baltata, longose forests, environmental problems, decisions.

Резерватът „Балтата“ обхваща най-северните части на лонгозна гора в България, по устието на р. Батова. Разположен е в непосредствена близост до курорта "Албена". Река „Батова“ извира от Франгенското плато под името Джевизлийска река. Тече на север, а при село Батово завива на изток, като се влива в Черно море между градовете Варна и Балчик. Формира се от карстови извори. Тя е единствената непресъхваща река в добруджанския край. Нейното устие е лиман и там се намира резервата. Поддържан резерват „Балтата“ е с площ от 205,6 ha.

Обявен е за резерват през 1962 г., а през 1969 г. е прекатегоризиран като поддържан резерват (Василев и др., 2013).

Флора и фауна в резерват „Балтата“

Флора

Климатичните условия, както и алувиалните почви и голямата влажност са предпоставка за развитие на лонгозни гори в този район. Типични за лонгозните гори са лианите, такива са - скрипката (*Smilax excelsa*), дивата лоза (*Parthenocissus quinquefolia*), бръшляна (*Hedera helix*), гърбача (*Periploca graeca*), които се увиват около дърветата. Горите в резерват „Балтата“ са съставени от Ясенови и смесени насаждения. Средната възраст на горите е над 60 години. Горите в резерват „Балтата“ се състоят от полски ясен *(Fraxinus angustifolia),* габър *(Carpinus),* бяла върба *(Salix alba)*, черна елша *(Alnus glutinosa),* бяла топола *(Populus alba)*, *липа (Tilia),* полски бряст *(Ulmus minor).* В по-ниските части виреят различни храстови видове - шипка *(Rosa canina),* къпина *(Rubus),* бъз *(Sambumus)*, леска *(Corylus),* дрян *(Cornus).* Характерни за зоната са влаголюбивите тревни растения - блатно кокиче (*Leucojum*), перуника *(Iris),* лютичета *(Ranunculus),* лечебна ружа (*Althaea officinalis*), див зюмюл (Hyacinthella *leucophaea*), момкова сълза (*Polygonatum*). В "Балтата" редица растителни видове са редки и са включени в Червената книга на България[3].

Фауна

На територията на Балтата живеят 36 вида бозайници, 15 вида земноводни и 16 вида риби. Над 180 вида са птиците, от които 50 са включени в Червената книга на България (1985). Особен интерес представляват ръждива чапла *(Ardea purpurea)*, зеленоглава патица *(Anas platyrhynchos)*, бялата чапла *(Ardea alba),* белия щъркел *(Ciconia ciconia),* кресливия орел *(Clanga pomarina),* кълвачите *(Dendrocopos major),* синигерите *(Cyanistes caeruleus*), славейчета *(Luscinia),* черноглавото коприварче *(Sylvia atricapilla).* Тук са отчетени най-големи количества на мигриращи розови пеликани *(Pelecanus onocrotalus)* и жерави *(Grus grus)* по Северното Черноморие. Специфични за района влечуги са гребнест тритон *(Lissotriton vulgaris*), зелена кръстава жаба (*Bufo viridis*), дървесница жаба *(Hyla arborea),* голяма водна жаба *(Pelophylax ridibundus),* стенен гущер *(Podarcis)*, смок - мишкар *(Zamenis longissima)*, и пепелянка *(Vipera ammodytes)*. Със специално внимание трябва да се отнесем към шипоопашатата костенурка *(Testudo hermanni)* – нейните местообитания са в близост до шосетата, което я прави уязвима. На територията на резервата живеят 36 вида бозайници – насекомоядни *(Lipotyphla)*, прилепи *(Chiroptera)*, гризачи (*Mammallia)*, хищници *(Carnivora)* и чифтокопитни *(Artiodactyla)*. Най-често срещани са таралеж *(Erinaceinae),* къртица *(Talpa),* катерица *(Sciurus),* воден плъх *(Arvicola amphibius)*, нутрия *(Myocastor coypus),* лисица *(Vulpes).* В резерват “Балтата” са открити 16 вида риби. Четири от тях са включени в червената книга на България с категория „Защитени видове“. Това са видовете бодливка *(G.aculeatus)*, обикновеният щипок *(Cobitis megaspila)* и шарана *(Cyprinus carpio)*. От останалите видове риби най-висока численост има бабуката[4].

Заплахи и решения

Състоянието на влажната зона в резерват „Балтата“ е незадоволително. Тревога будят засилващите се процеси на осушаване и усвояване на терени около

[3] https://bgwalk.com/bg/turisticheski-obekti/rezervat%20-%20baltata

[4] https://albena.bg/bg/rezervat-baltata

нея. Към общите заплахи могат да бъдат причислени: влошеният естествен воден режим, осушаването на влажните зони, антропогененият натиск поради близостта на голям морски курорт, продължаващото застрояване по крайбрежието откъм Кранево, унищожаването на естествени местообитания, прекомерното водоползване, замърсяването с отпадни води (Василев и др., 2013).

През годините в района са осъществявани отделни природозащитни дейности. Пример за това е стартиралият през 2010 г. проект от програмата „LIFE+“ на ЕС, насочен към опазването на ловния сокол. В рамките му са реализирани дейности за минимизиране употребата на химикали, изолиране на опасни електропроводи, въвличане на местните общности в опазването на биоразнообразието и др. (Василев и др., 2013). Въпреки това единен план за управление на резервата липсва.

Проблемите с резерват „Балтата“ могат да бъдат решени след целенасочена държавна политика и активна помощ от страна на природозащитните организации в страната. Сред възможните решения за забавяне на отрицателните тенденции, възстановяване и подобряване на състоянието на резервата са осъществяването на всеобхвател мониторинг, маркирането на границите на защитените територии, въвеждането на строга забрана за изграждане на преградни съоръжения, подобряването на правоприлагането по отношение на бракониерството, предотвратяването на замърсявания, контролът върху изграждането на елементи от туристическата инфраструктура, осигуряването на условия за развитие на устойчив туризъм. Безспорен тласък за постигане на желаните резултати би дало разработването на единен план за управление на резервата с осигуряване на необходимите човешки и финансови ресурси за цялостното опазване на защитената територия.

Заключение

Специфичните климатични условия, наличието на богати алувиални песъчливо-глинести почви и значителната влажност са благоприятна предпоставка за развитие на флората и фауната в резерват „Балтата“. Въпреки това, общото състояние на влажната зона в резервата е незадоволително, поради засилващите се процеси на осушаване и усвояване на терени около нея. Нормализиране на състоянието на резервата е възможно след решителна намеса на държавата и обществеността в лицето на природозащитните организации в България.

Литература

Василев, В., Василев, Р., Янков, П., Узунов,Й. (2013). Национален план за опазване на най-значимите влажни зони в България 2013-2022 г., София.
https://bgwalk.com/bg/turisticheski-obekti/rezervat%20-%20baltata
https://albena.bg/bg/rezervat-baltata

ОСНОВНИ АСПЕКТИ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИ ПЛАНТАЦИИ В БЪЛГАРИЯ НА БАЗАТА НА *ROBINIA PSEUDOACACIA L.*

Красимир Димов

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Никола Пушкаров"

krasimirdimov89@abv.bg

MAIN ASPECTS FOR CREATING ENERGY PLANTATIONS IN BULGARIA BASED ON *ROBINIA PSEUDOACACIA L.*

Krasimir Dimov

Nikola Poushkarov Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection (Sofia, Bulgaria)

Резюме

Разгледани са основните предпоставки за създаване на енергийни плантации в България. Посочени са основните сценарии за развитието на динамика на емисиите на парникови газове в атмосферата, в зависимост от консумацията на енергия. Представени са перспективите за създаване, отглеждане и експлоатация на насаждения за производство на дървесна биомаса от интензивни култури. Показани са предимствата на отглеждането на бяла акация *(Robinia Pseudoacacia L.).* Представени са енергийните характеристики на бялата акация.

Ключеви думи: бяла акация, (Robinia Pseudoacacia L.), биомаса, енергийни нужди, калоричност, пепелно съдържание.

Abstract

The main prerequisites for creating energy plantations in Bulgaria have been examined. The main scenarios for the development of dynamics of greenhouse gas emissions in the atmosphere, depending on energy consumption, are indicated. The prospects for creating, growing and operating plantations for the production of woody biomass from intensive crops are presented. The advantages of growing white acacia (Robinia Pseudoacacia L.) are shown. The energy characteristics of white acacia are presented.

Key words: white acacia, (Robinia Pseudoacacia L.), biomass, energy requirements, calorific value, ash content.

Въведение

Намаляването на емисиите на парникови газове в атмосферата (CO_2, метан, азотен оксид и др.), при непрекъснато увеличаване на глобалното търсене на енергийни ресурси, се превърна в един от основните проблеми на света (Klochkov, 2009; Tsyganov and Klochkov, 2012). Тъй като население на Земята и темповете на икономически растеж се увеличават, особено в развиващите се страни, търсенето и потреблението на енергия в различни сектори на икономиката и за подобрение на качеството на живота продължават да растат бързо (Kulakov and Veremeychik, 2013).

Експертните оценки показват, че в бъдеще основното внимание ще се обърне на развитието на възобновяеми енергийни източници, сред които основната роля ще играят фотосинтезиращите растения (Smolskaya, 2013). Това се дължи на неутралността на биомасата по отношение на емисиите на парникови газове в атмосферата, тъй като при използване на биогориво се отделя толкова CO_2, колкото растението го е абсорбирало от атмосферата по време на фотосинтезата (Spaar, 2006).

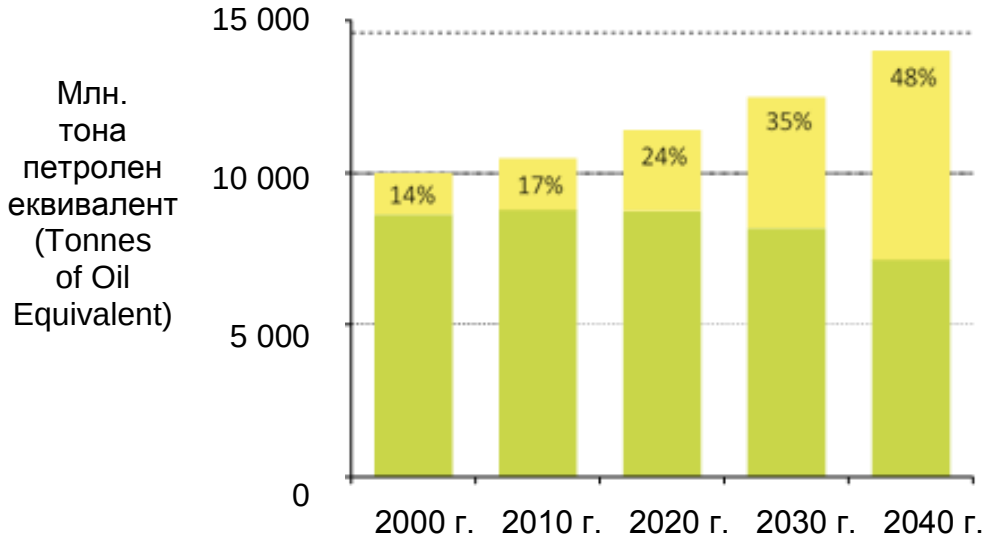
Бялата акация *Robinia pseudoacacia L.* е един от най-перспективните видове при създаването на интензивни горски култури за производство на биомаса и възстановяване на деградирани терени (Marinov et al., 2013; Enakiev et al., 2016).

Бялата акация е вид с бърз старт и интензивен растеж в млада възраст. Тя се използва широко за залесяване в редица страни от Европа, включително и в България. Акацията е специален вид интензивна горска култура от бързорастящи дървесни и храстови видове, които са предназначени за добив на биомаса за производство на енергия (Asenov et al., 2011; Enakiev and Asenov, 2012). Добитата дървесина може да се използва за енергийни цели в гранулиран вид (Enakiev et al., 2014).

Резултати и обсъждане

Установено е, че годишното натрупване на биомаса на планетата достига 180 милиарда тона, а нейното енергийно съдържание е 10 пъти по-високо от количеството енергия, използвано от човечеството. Днес основните доставчици на биомаса, използвана за биогориво, са селското и горското стопанство, както и енергийните плантации и микробиологичната индустрия (Edenhofer, 2015)

Използването на възобновяеми енергийни източници се превърна в един от най-бързо развиващите се сектори на икономиката. На фигура 1 е показана прогнозата за световното потребление и дял на енергия от възобновяеми енергийни източници.



Фигура 1. Прогноза за световното потребление и дял на енергия от възобновяеми енергийни източници

Така в страните от ЕС, според експертите на Международната агенция по енергетика (International Energy Agency) производството на енергия от възобновяеми източници нараства годишно с 10-20%. (фиг. 1). Прогнозните данни на Европейския

съвет за възобновяема енергия показват, че делът на възобновяемите енергийни източници в глобалния енергиен баланс може да достигне 50% до 2050 г. (Sasongko, 2015).

Преходът към използването на биомаса като източник на енергия е сложен и продължителен процес, поради което много страни (Бразилия, Германия, САЩ, Финландия, Швеция и др.) вече активно и систематично увеличават дела на производството и потреблението на биогорива в общ енергиен баланс (Baker, 2015; Geiss, 2015).

Според Международната агенция по енергетика съществува три сценария за развитието на динамика на емисиите на CO_2 в атмосферата, в зависимост от консумацията на енергия:

- Сценарий “Настоящи политики” (Current policies);
- Сценарий “Нови политики” (New policies);
- „Сценарий 450” (450 Scenario).

В таблица 1 е показана прогнозата на Международната агенция по енергетика (МАЕ) относно динамика на емисиите на CO_2 в атмосферата в зависимост от консумацията на енергия.

Таблица 1. Прогнозата на Международната агенция по енергетика относно динамика на емисиите на CO_2 в атмосферата в зависимост от консумацията на енергия

Година	Глобални емисии на въглероден диоксид от потреблението на енергия, млрд. тона CO_2		
	Сценарий “Настоящи политики” (Current policies)	Сценарий “Нови политики” (New policies)	„Сценарий 450” (450 Scenario)
2000	23.5	23.5	23.5
2010	30.5	30.5	30.5
2020	36,0	34,0	31.1
2030	38.4	33.0	25,0

Сценарий “Настоящи политики”, при който МАЕ приема, че няма да има промени в настоящите политики. Сценарий “Нови политики”, в който се допускат нови дългосрочни политики и планове, насочени към опазване на околната среда или осигуряване на енергийната сигурност. “Сценарий 450”, който предполага съществуването на „енергиен път”, съвместим със стремежа да се намали ръстът на глобалните температури до 2°C чрез ограничаване на концентрацията на парникови газове в атмосферата до 450 части на милион (ppm) еквивалент на въглероден диоксид (Boneva, 2011).

Сценарий “Настоящи политики” предотвратява нарастването на въглеродните емисии, докато сценарий “Нови политики” води до значително намаляване на нарастването на въглеродните емисии, но те все пак нарастват. “Сценарий 450” води до рязко намаляване на въглеродните емисии и показва какво е необходимо за стабилизиране на концентрациите на парникови газове във въздуха при 450 ppm, което е достатъчно за спиране на глобалното затопляне.

По този начин, увеличаването на дела на възобновяемите източници, включително биомасата, ще доведе до забавяне на нарастването на емисиите на CO_2 в атмосферата.

Енергийни характеристики на бялата акация (*Robinia pseudoacacia L.)*

Калоричност

Калоричността на горивото е количеството топлина, което една единица тегло от това гориво дава по време на изгарянето му. Акациевите дърва за огрев са един от лидерите по този показател. Калоричността на бялата акация е 4598 kcal/kg, а специфичната калоричност – е 2680 kcal/dm^3. Калоричността е силно зависима от влажността, но и тук акацията има предимство. Съдържанието на влагата в дървесината значително влияе върху калоричността, тъй като част от топлината се губи при изпаряването на водата. Суровите акациеви дърва за огрев имат съдържание на влага не повече от 35%. Те могат да се използват за горене веднага след прибирането.

В таблица 2 са показани основните енергийни характеристики на бялата акация (*Robinia Pseudoacacia L.*)

Таблица 2. Енергийни характеристики на бялата акация (*Robinia Pseudoacacia L.*)

Показатели	Стойности
Калоричност, kcal/kg	4598
Специфична калоричност, kcal/dm^3	2680
Плътност (при стандартна влажност), kg/m^3	800
Плътност (в абсолютно сухо състояние), kg/m^3	760
Обемна плътност, kg/m^3	475
Естествена влажност, %	35
Пепелно съдържание, %	2,5
Максимална температура на горене, °C	780

Плътност

Акацията е вид дървесина с висока плътност, превъзхождаща брезата и малко по-ниска от дъба. Плътността на бялата акация при стандартна влажност е 800 kg/m^3, а в абсолютно сухо състояние – 760 kg/m^3. Това свойство се цени, защото плътното дърво гори по-бавно, запазва топлината по-дълго и произвежда горещи въглища. Високата плътност на акацията позволява да се спестите място в малки пространства. Един кубичен метър акациеви дърва за огрев заменя един и половина кубически метра бреза или почти два кубични метра бор.

Всяко едно дървото има многоклетъчна влакнеста структура от сложен тип. Стените на дървесната субстанция играят ролята на рамка в структурата на дървото. Съответно при всяка порода и вид дървета клетъчните структури, форми и размери на клетките варират, в резултат на което специфичното тегло на дървото ще бъде различно, както и различното плътност на дървото.

В таблица 3 е показана плътността на бялата акация (*Robinia Pseudoacacia L.*) с различно съдържание на влага.

Таблица 3. Плътността на бялата акация (*Robinia Pseudoacacia L.*) с различно съдържание на влага

Влажност,%	15	20	25	30	40	50	60	70	80	100	*Свежи
Плътност, kg/m^3	810	830	840	860	930	990	1060	1190	1300	1330	1030

*Свежи – Прясно отсечено дърво

Влажността играе важна роля в промяната на специфичното тегло на дървесината. Поради структурата на този материал, с увеличаване на влажността, плътността на дървесината също се увеличава. Това правило обаче не важи за плътността на дървесното вещество. Максималната плътност на бялата акация е 1330 kg/m^3 при влажност на дървесината – 100%.

Пепелно съдържание

Съдържанието на пепел определя процента на незапалими минерали в дървата за огрев. Този показател силно зависи от количеството и дебелината на кората. Пепелно съдържание на бялата акация е 2,5%.

Бялата акация се причислява към т. нар. „универсални“ (mulipurpose) дървесни видове и в страните на умерения пояс се е наложил като един от най-перспективните за създаване на интензивни високопродуктивни и рентабилни горски култури. Тя е в списъка на стопански ценните видове за нашата страна и културите от нея заемат около 4,0% от горския фонд. Нейното значение се определя от бързия й растеж и стопански ценните качества на дървесината. Това, както и азотфиксиращата способност, пластичността по отношение на почвените условия, устойчивостта на воден стрес и замърсвания на околната среда я правят предпочитан вид при залесявания за производство на дървесина и възстановяване на нарушени терени.

Интензивното лесоразвъждане придобива все по-нарастващо значение в световното горско и земеделско стопанство, особенно в страните с високоразвита дървопреработваща промишленост. Най-често при него се използват видове с бърз стартов и с интензивен растеж в млада възраст. Сред тях намират място и Бялата акация (*Robinia pseudoacacia L.)* както нейните култивари. Тя е вид с многостранни преки и косвени полезности, които я правят уникална за нашето лесоразвъждане, пчеларство и лесомелиорацията. Тя е един от най-производителните и перспективни видове в условията на равнинните и хълмисто-равнинните гори на България.

Стопанското значение на акацията се определя от дървесината й, която по някой качествени показатели превъзхожда дъбовата. Тя намира широко приложение в енергетиката, строителството, мебелното производство, коларство, кацарство и други отрасли. Листата й се използват за приготвяне на силаж в животновъдството. От семената й се добива акациево масло за производство на лакове. Кората и клоните и се използват във фармацията. Отлично медоносно растение като средният добив на мед от 6 до 30 годишна възраст на културите възлиза от 300 до 400 кг/ха годишно. Важно място в това отношение заемат големият брой медоностни форми с висока нектароносност и с различни срокове на цъфтеж, които придобиват актуалност и са предмет на жив интерес от страна на нашите пчелари. Лесовъдското и селскостопанско значението и се свежда до това, че е добър почвоподобрител като по унгарски данни една двадесет годишна култура натрупва 600-700 кг/ха чист азот в почвата или приблизително от 5-7 торови норми.

Заключение

1. Енергийните култури са алтернативен източник за производство на топлина и електричество. Те осигуряват условия за диверсификация на енергийните източници в отделните страни на ЕС и са важен фактор за устойчивото развитие на суровинните ресурси, селското и горското стопанство, енергетиката и индустрията.

2. Увеличаването на дела на възобновяемите източници, включително биомасата, ще доведе до забавяне на нарастването на емисиите на CO_2 в атмосферата, а спазването на "Сценарий 450" ще довиде до рязко намаляване на въглеродните емисии, което е достатъчно за спиране на глобалното затопляне.

3. Представени са основните енергийни характеристики на бялата акация *(Robinia Pseudoacacia L.)* и са показани предимствата при използването на бяла акация за енергийеи цели.

4. Бялата акация *Robinia pseudoacacia L.* е натурализиран вид с важно стопанско значение, който следва да продължи да бъде използван за възстановяване на деградирани терени и производство на биомаса в България с оглед непрекъснато нарастващото потребление на дървесина в национален и световен мащаб.

Литература

1. Asenov, L., I. Ivanov, Y. Enakiev. 2011. Preliminary study for granulation of plant residues. Agricultural machinery, №4. ISSN: 0037-1718, Sofia, 11-15.
2. Baker, H. 2015. World Energy Outlook to 2030. London: BP, http://www.bp.com/content/dam/bp-country/ru_ru/folder/2030_Booklet_rus.pdf.
3. Boneva, S. 2011. EU energy policy - status and prospects. Sofia.
4. Edenhofer, O. 2015. Renewable energy sources and climate change mitigation. Brussels: IPCC. p. 247.
5. Enakiev, Y., L. Asenov. 2012. Study of the process of granulation of waste biomass from vineyards. Scientific works of RU "A. Kanchev", volume 51, series 1.1, Ruse, 116-120.
6. Enakiev, Y., L. Asenov, G. Kostadinov. 2014. Study of the process of granulation of waste biomass from sunflower stems. Agricultural machinery, №1. ISSN: 0037-1718, Sofia, 40-46.
7. Enakiev, Y., M. Mikhov, V. Balabanov. 2016. Comparative analysis of the process of granulation of waste biomass from crop production. IV Scientific Congress Agricultural Machinery. 22-25.06. 2016. ISSN: 1310 - 3946. Varna, Bulgaria. 83-86.
8. Geiss, J. 2015. The European Union chooses new energy http://bioethanol.ru/bioethanol/news/intervju.
9. Klochkov, A. V. 2009. Bioenergy in agriculture: scientific and methodological manual. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, p. 64.
10. Kulakov, G. T., E. G. Veremeychik. 2013. Forecasts for the development of global energy until 2030. Science - education, production, economics: materials of the 11th Int. scientific and technical conf. Minsk: BNTU, V. 1. 99-100.
11. Marinov, K., Gochev, Z., Stoilov, S. 2013. Technological opportunities survey of forest short rotation plantations in Bulgaria for energy biomass production. Innovation in woodworking industry and engineering design, ISSN 1314-6149, Vol II, 1/2013, pp. 148-182.
12. Sasongko, N. A. 2015. Comprehensive evaluation of integrated energy plantation model of palm oil and microalgae based biofuel for sustainable energy production. Energy Procedia. V. 68, №4. 226-235.

13. Smolskaya, N. A. 2013. Renewable energy in Belarus: assessment of the state and prospects for growth. Scientific works of the Belarusian State Economic University. Vol. 6. 363-370.
14. Spaar, D. 2006. Renewable plant raw materials (production and use). St. Petersburg: Pushkin, Book 1. p. 416.
15. Tsyganov, A. R., A.V. Klochkov. 2012. Bioenergy: energy potential of biomass. Minsk: Belarus. Science. p.143.

THE POSSIBILITIES OF GROWING WALNATS ON THE ANTHROPOZEME IN FOREST AREA

A. R. Bakhitova[1], Y. I. Enakiev[2]

[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, (Moscow, Russia)
[2]Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy (Sofia, Bulgaria)

bakhitowaar@mail.ru, yenakiev@yahoo.co.uk

Abstract

The article presents the justification for planting a walnut orchard in the northern regions of the Russian Federation. The experiments were conducted in the Moscow region on a garden plot that has not been processed for more than 5 years. The following varieties of nuts were used: walnut (Juglans regia) variety Belarusian bunch (Belarus), walnut (Juglans regia) variety "Kocherzhenko" (Ukraine), Siebold nut (Juglans sieboldiana Max., syn. J. ailantifolia Carr.) (Russia-Japan) and heart-shaped nut (Juglans ailantifolia var. cordiformis Max.) (Japan). The possibility of obtaining healthy seedlings of various varieties for the distribution of walnut in the Moscow region of the Russian Federation as a garden culture is shown.

Key words: nut plants, walnut, fallow, anthropozem, walnut orchard.

Introduction

Today, the leading walnut producing countries are China, USA, Iran, Turkey, Mexico, Ukraine, Chile, Romania, Uzbekistan and Greece. However, if in China high volumes of production are obtained due to large areas of walnut plantations, then in the USA, where 98% of plantations are located in the state of California, the emphasis is on the intensification of the growing process (Biganova et al., 2020).

The regions of walnut growing in Russia are traditionally the North Caucasus and the South of Russia. Almost 70% of the total production of walnuts is harvested in the southern regions of Russia. From 12-year-old trees in the Krasnodar Territory, 24-28 kg of walnuts are harvested (Kornienko, 2022).

In Northern Russia walnut growing is mostly amateur. However, in nurseries you can find a large variety of nut seedlings. Nevertheless, the main forest-forming species in the forest fund of the Russian Federation: larch, pine, spruce, cedar, oak, beech, birch, aspen – more than 90% of forest lands. Other tree species (pear, chestnut, walnut, Manchurian walnut, etc.) – occupy less than 1% of the land. It is believed that hazelnuts contain less fat (less than 65%), but they get sick less and the quality of nuts is higher (Alrmashdi, 2013).

The main distribution of forest vegetation falls on the territory where the temperature, in the month of July, exceeds the mark of ten degrees Celsius. And at the same time there is sufficient hydration (Sokolova and Mamontov, 2016).

Materials and methods

According to observations of the Main Moscow Botanical Garden of Academy Sciences (GBS), the collection of nut-bearing plants of which has existed since 1978, there are stable specimens with the greatest frost resistance, almost not damaged by diseases; trees with minor damage, slightly affected by diseases, but multi-stemmed, sometimes

with basal growth; trees that are poorly resistant in the climate of Moscow, in varying degrees degrees affected by diseases that have passed into a stunted, bush-like form and have lost the ability to form fruits.

In the botanical garden, an undersized perishable form of the species Juglans regia was revealed. The prospects of further distribution of walnut, especially of early-fruiting forms, in the Moscow region as a garden culture are shown. Regions from the places of natural growth, the parallel of 55° s. s. is far from the limit for its existence, since individual Juglans regia trees are found beyond the Arctic Circle (Shekhmirzova and Bzhetseva, 2014).

As the practice of cultivation shows, the walnut has made significant progress in the northern regions. So, in the walnut grove of the flora department of the GBS, about 70 kg of nuts are obtained, without special care, which means the success of the introduction for the Moscow region. In some years, with proper care, the yield of walnuts is 100 kg per tree, without care and with a lack of sunlight, it can decrease to 5 kg per tree. According to GOST 16832-71, nuts correspond to the first commercial grade. The decisive factor in the cultivation of walnut is considered to be good illumination and protection from strong winds that cause damage to the bark and diseases of the trunks (GOST 16832-71).

Despite the very small percentage of nut-bearing in the northern part of the Russian Federation, nuts are grown in private subsidiary farms (private farms), sometimes quite successfully. And the lack of industrial nut orchards is associated with a lack of data and the lack of adapted agricultural machinery.

Taking into account the adaptive abilities of walnut, climate warming and the need to develop deposits, the authors of the article set out to lay a walnut orchard in the Moscow region on a garden plot that has not been cultivated for more than 5 years. For further development of agrotechnics adapted to the conditions of the region.

The seedlings were obtained from nuts purchased from enterprises specializing in the collection, storage and transportation of seeds from different regions of the Russian Federation. After three months of stratification in humid conditions at temperatures around zero degrees Celsius, seedlings were obtained with a height of about 20-25 cm, having from 4 to 6 well-developed leaves.

Sowing was carried out at the end of April 2023. The soil of the experimental site is an anthropozem in the forest zone of the west of the Moscow region. In general, the terrain is composed of water-glacial sands with layers of loam and sandy loam, on which sod-medium- and sod-strongly podzolic soils are formed in higher areas, and gley – in lower ones. In the soil of an experienced participantIn the soil of the experimental site, there are both spots of podzolization and gluing.

The plot has not been processed for more than 5 years. There are inclusions of trees burned in a fire. The plot is covered with grassy vegetation (mainly lupin and ashweed). There is a birch-spruce forest around the experimental site. A shallow forest river is 50 meters away.

Results and discussion

Taking into account the climatic indicators of 2022 (Table 1), as well as the impossibility of tillage by machinery due to woody growth, stumps, a large number of cut branches, it was decided to plant seedlings directly into the ground, without any tillage. The sod layer was about 10 cm. The anchor root of the nuts at the time of planting was 25-30 cm with a slight branching in the upper part.

Table 1. Climatic conditions of 2022 at the experimental site, which is located in the west of the Ruza district of the Moscow region

Month	Average daytime air temperature, ^{o}C	Average air temperature at night, ^{o}C	Number of sunny days	Number of rainy days	Precipitation, mm
January	-6,5	-11,3	0	3	23,47
February	-3,8	-9,4	0	3	24,24
March	+0,2	-6,1	1	6	24,39
April	+9,8	+1,1	8	12	27,42
May	+18,8	+8,3	17	13	32,75
June	+21,4	+10,6	17	12	33,13
July	+24,6	+13,5	16	12	23,87
August	+23,2	+12,3	23	9	17,42
September	+16,0	+7,7	12	10	21,78
October	+7,5	+1,9	6	11	28,84
November	+1,5	-1,9	4	9	25,98
December	-3,1	-7,0	1	5	31,47

During the growth process, the seedlings were surrounded by grass, which was mowed 2 times per season and only partially and only after the end of flowering. It was assumed that the natural vegetation of the site is a fodder base for possible pollinators in the future, and the grass retains moisture, accumulates dew in the morning and evening hours, which creates a favorable microclimate. Watering was carried out 3 times per season and only when the period without rain was more than two weeks. Well water with dissolved phosphorus-potassium fertilizers was used for irrigation. Since it is planned to obtain stunted trees, and the site was a multi-year deposit, it was decided not to use nitrogen fertilizers in the first year of cultivation.

The growing season was characterized by the following climatic indicators – Table 2.

Table 2. Climatic indicators of the growing season of the experimental site, in the west of the Ruzsky district of the Moscow region in 2023 (according to the Vnukovo weather station)

Month	Average daytime air temperature, ^{o}C	Average air temperature at night, ^{o}C	Number of sunny days	Number of rainy days	Precipitation, mm
April	+6,2	+4,0	5	1	85,9
May	+18,0	+5,3	13	10	121,6
June	+20,5	+10	15	11	103,7
July	+25,8	+15	10	15	132,7
August	+25,9	+15	10	9	59,2
September	+20,1	+10	13	0	55,7

By the end of the growing season (early October), the plants reached 50 cm in height, had 7-8 developed leaves, buds in each leaf axil, some have 2-3 apical buds, and a woody trunk up to the first leaf, Fig. 1.



Figure 1. The condition of seedlings at the beginning of October 2023

Chemical means of protection were not used. In early October, the circle around the tree trunk was mulched with sawdust.

In general, the climate of the area is favorable for laying a walnut orchard. A steady temperature transition through 0° refers approximately to the end of March – beginning of April. In winter (especially in December and February), thaws are frequent, caused by Atlantic and (less often) Mediterranean cyclones. They are usually short-lived, their average duration is 4 days. Days with frosts are recorded even in the summer months with the exception of July and August. The duration of the vegetative period is about 180 days. The average annual wind speed is 2.4 m/s. The maximum of the average monthly wind speed is observed in February and November, reaching a value of 2.9 m/s, the minimum – in July-August – 1.6-1.8 m/s (Gismeteo.ru).

In recent years, the timing of frosts has been postponed, and the frost-free period is increasing. In the conditions of the modern climate, frosts do not have such a negative impact on trees and shrubs as before, however, their influence cannot be excluded.

A similar situation was observed by researchers in St. Petersburg. When comparing the date of the onset of frosts in the XX century (a period of 21 years for 1980-2000) and for the same period in the XXI century (2001-2021), it turned out that the average end date of spring frosts in the XX century was April 29. And accordingly, in the first two decades of the XXI century – April 23. That is, a change of 6 days. in the direction of their earlier termination. Accordingly, in the fall, the change from October 15 to October 19 – that is, an extension of 4 days. The total lengthening of the frost-free period for these two groups of years is 10 days (Firsov, 2022).

The phenomenon of dichogamy characteristic of nut-bearing plants has a strong effect on yield. So, in the experiments of 2010-2014. In the Krasnodar Region, researchers have shown that the flowering period of male and female flowers on protogynous trees is longer than that of protandric trees. The yield of protogynous individuals was 10-15% higher than that of protandric individuals. It is noted that the duration of flowering of pistillate flowers is significantly influenced by weather conditions during the flowering period. In particular, a relatively moderate air temperature, 16-19^{0}C, and a relatively high relative humidity of 80-90% stretch the flowering period for 7-8 days. In dry years (average temperature 19,5^{0}C, humidity 62%), the duration of flowering of male and female flowers is 5-7 days shorter than in optimal flowering conditions. Dichogamy was not observed in most trees.

On average, the time interval between the opening of heterosexual flowers, both on protogynous and protoandric trees in different years was 3-7 days. The period of simultaneous flowering and staminate flowers within one individual was 1-4 (2) days. In 5% of individuals, the flowering of pistillate and staminate flowers did not coincide at all.

At the same time, there was not a single form with a mixed (polygamous) type of flowering, when the flowering period of staminate and pistillate flowers of one individual would completely coincide. In walnut, this type of flowering is noted in 8% of trees; therefore, walnut nuts are characterized by increased and stable fruit yield. In black walnut trees with the maximum period of coincidence of heterosexual flowers, the yield over the years was higher and more stable than in other individuals.

Observations of the development of nut-bearing plants at the experimental site, which is located in the west of the Ruzsky district of the Moscow region in 2023, showed well-developed buds in all nut-bearing seedlings (Fig. 2).





Figure 2. The condition of seedlings at the end of October 2023

This laid-out garden is a collector's garden and further observations of the development and growth of nut-bearing plants are necessary to decide on the laying of a full-fledged garden. When laying the garden, the varieties presented in Table 3 were used.

Table 3. Types, varieties of nuts used at the experimental site in the Moscow region

Types,varieties of nuts	Walnut (Juglans regia) is a Belarusian grape variety.	Walnut (Juglans regia) variety – Kocherzhenko	Siebold nut (Juglans sieboldiana Max., syn. J. ailantifolia Carr.)	Heart-shaped nut (Juglans ailantifolia var. cordiformis Max.)
Origin	Bred in the north of Belarus	Bred by breeder I.E. Kocherzhenko in Kiev, based on the Ideal variety	Sakhalin, the Kuril Islands and the mountain forests of Japan	Japan
Maturation velocity	Early maturing	Early maturing	Early maturing	–
Growth	3.0-4.5 m	1.5-3.0 m	15.0-20.0 m	7.0-12.0 m
Fruit shape	Cluster-shaped, 5-6 pieces in a bunch	Cluster-shaped, 2-11 pieces in a bunch	Cluster-shaped, up to 20 pieces in a bunch	Bunchy, 8-12 pieces in a bunch
The first flowering	In 2-4 years	In 2-3 years	In 5-7 years	In 6-8 years
Crown Shape	Spherical	Sparse compact	Tent-shaped, loose	Wide-ovoid
The need for a pollinator	Self-fertile, it is desirable to plant a second plant	We need a pollinator, a tree of a different variety	Self-fertile, it is desirable to plant a second plant	Self-fertile, it is desirable to plant a second plant
Maturation period	September	August-October	September	September
Taste	Tender, buttery and slightly sweet	Pronounced (tart with bitterness and hints of sweetness)	Characteristic of walnut, but without bitterness	Characteristic of walnut, but without bitterness
Disease resistance	Good	Good	It is affected by tinder	It is affected by tinder and fungal diseases
Resistance to adverse conditions	Resistant to drought	Frost-resistant, withstands frosts up to - 30 degrees	Hardy, damaged only in severe frosts	Hardy
Yield, kg per tree	60 kg or more for 5-6 years	Up to 40 kg for the 6th year	For the 8th year	Up to 110 kg for 20 years

Conclusion

For more than 50 years of acclimatization of walnut in the conditions of the Moscow region of the Russian Federation, immune and productive plants have been obtained. The selection of walnuts is complicated by the fact that the germination of nuts is greatly

reduced during transportation, in dry and warm conditions. The authors of the article set out to grow a nut orchard by combining the conditions of the garden and the forest. With minimal tillage, planting medicinal plants between trees, planting plants around the perimeter to attract bees. This short experience has shown the possibility of obtaining healthy, well-developed walnut plants in the climatic conditions of the west of the Moscow region. By the end of autumn, the plants had laid a sufficient number of buds, lignified in the lower part of the trunk, received phosphorus-potassium fertilizing in sufficient quantities and mulched for overwintering. No additional measures were taken to protect the garden from frost. Under the condition of successful overwintering, in the spring, observations will be carried out of flowering and pollination of plants.

References

1. Alrmashdi L. S. R. 2013. Seed propagation of hazelnuts. Forestry journal. №4 (12). 7-12. DOI: 10.12737/2173.
2. Biganova S. G., Sukhorukikh Yu. I., Isushcheva T. A. 2020. Polymorphism of common hazel crowns in the natural population. New technologies. №1(51). 115-123. DOI: 10.24411/2072-0920-2020-10112.
3. Firsov G. A. 2022. Woody plants and dynamics of late spring and early autumn frosts in St. Petersburg. Hortus botanicus. №17. 236-246. DOI: 10.15393/j4.art.2022.8325.
4. Gismeteo.ru: Gismeteo. Diary:1. Weather diary 2023. Weather archive. Russia.
5. GOST 16832-71. Walnuts. Technical conditions.
6. Kornienko P. S. 2022. Comparative analysis of the state and distribution of walnut in the world, as well as the problems of its cultivation in Russia. News of agricultural science of Taurida. №29 (192). 46-58.
7. Shekhmirzova M. D., Bzhetseva N. R. 2014. The phenomenon of dichogamy in nut-bearing fruit and its influence on the ontogenesis of the flower and fruit. New technologies. №3. 1-5.
8. Sokolova V. V., Mamontov A. K. 2016. Culture *Juglans regia L*. in the conditions of Moscow. Arctic Environmental Research. №3. 83-90. DOI: 10.17238/issn2227-6572.2016.3.83.

ПОДАТЛИВОСТ НА ПОЧВИТЕ КЪМ ДЕФЛАЦИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА СЕЛО ТРЪСТЕНИК, ОБЛАСТ РУСЕ

Августа Степчич

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров“

a.stepchich@issapp-pushkarov.org

Резюме

Ерозията на почвата е сред основните заплахи за развитието на селското стопанство не само у нас, но и в целия свят. Усъвършенстването на новите технологии за обработка на почвата и въвеждането на нови растителни видове налагат засилване на почвозащитните мерки. Познаването на развитието на ерозията може значително да намали загубата на плодородна почва. На територията на страната ни се наблюдава както водна, така и ветрова ерозия. Поради равнинния релеф на територията на село Тръстеник, селското стопанство е силно развито. Земята се характеризира със слаба до средна ветрова ерозия. В публикацията е направена оценка на податливост към дефлация на почвите от землището на с. Тръстеник.

***Ключови думи*:** почва, ветрова ерозия, обработваема земя.

SOIL ERODIBILITY FOR THE TERRITORY OF TRASTENIK VILLAGE, RUSE REGION

Avgusta Stepchich

**Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “N. Poushkarov”*

a.stepchich@issapp-pushkarov.org

Abstract

Soil erosion is among the major threats to the development of agriculture not only in our country, but also throughout the world. The improvement of new soil processing technologies and the introduction of new plant species necessitate the strengthening of soil protection measures. Knowing the progress of erosion can significantly reduce the loss of fertile soil. Both water and wind erosion are observed on the territory of our country. Due to the flat relief of the territory of the village of Trastenik, agriculture is highly developed. The land is characterized by weak to medium wind erosion. In this study assessment of soil erodibility was made for the territory of Trastenik, Ruse region.

***Key words*:** soil, wind erosion, agricultural land.

Въведение

Съвременните темпове на развитие на обществото и селскостопанския сектор изисква повишаване на мерките за защита на почвата от ерозия. Използването на различни методи и практики при обработка на почвата има значително въздействие върху нея и би могло да доведе до засилване на деградационните процеси.

Ерозията на почвата – водна и ветрова, уплътняването и намаляването на почвеното органично вещество причиняват значителни загуби на обработваемите площи в България (Димитров, 2013). Необходимостта от развитието на устойчиви земеделски системи изисква опазване на почвите от въздействието на деградационните процеси и съхраняване на почвените функции (Кунчева, Димитров, 2018). Ветровата ерозия е развита на местата където растителността липсва и на открити и незащитени от действието на вятъра обработваеми земи. Грапавостта на дадена почва до голяма степен определя податливостта ѝ към дефлация. При обработка на почвата се образуват буци, които сноред размерите си устояват в различна степен на действието на вятъра. По-едрите по размер частици се отнасят по-трудно от вятъра. В същото време те задържат по-финните частици да не бъдат отнесени.

Обект на изследването е влиянието на ветровата ерозия върху почвите в землището на с. Тръстеник, област Русе. Целта е да се определи индексът на податливост на почвата към дефлация (t/ha y).

Материали и методи

Землището е разположено на 25 км югоизточно от град Русе, в източната част на Дунавската равнина. В релефно отношение територията е добре изразено хълмиста. Почвообразуващите скали са представени от льос. В климатично отношение, районът е с ясно изразен континентален характер – студена зима и горещо лято. Средната сезонна температура е под 0 °C, а средната годишна температура е 11,7 °C. Средногодишното количество на валежите е 550-650 мм.

За територията са използвани почвено-картографски проучвания през месеците септември и октомври върху топографска карта в М 1:10 000 (Почвена характеристика на земите в землището на с. Тръстеник, област Русе, М 1:10 000). Моделът във функция от факторите на ветровата ерозия е разработен в САЩ за целите на противоерозионното проектиране (Woodruff and Siddoway, 1965; Skidmore and Hagen, 1970) и е известен като Уравнение за прогнозиране на почвените загуби от ветрова ерозия (Wind Erosion Equation – WEQ):

$$E=f\ (I \times K \times C \times L \times V),$$

където:

E е средногодишна потенциална загуба на почва от единица площ (t ha/y);

I е индекс за податливост на почвата към дефлация (t ha/y);

K е индекс за грапавост на повърхността;

C е климатичен фактор;

L е средна незащитена дължина на полето (m);

V е растителна покривка (kg/ha).

Податливостта на почвата към дефлация е оценена посредством прогнозните средногодишни загуби на почва от дефлация [t/ha y], изчислени във функция от механичния състав на почвите и класифициран в 5 групи (Русева и колектив, 2010): слаба (>0>=125); слаба до средна (125>=150); средна (150>=200); средна до силна (200>=275); силна податливост (>275).

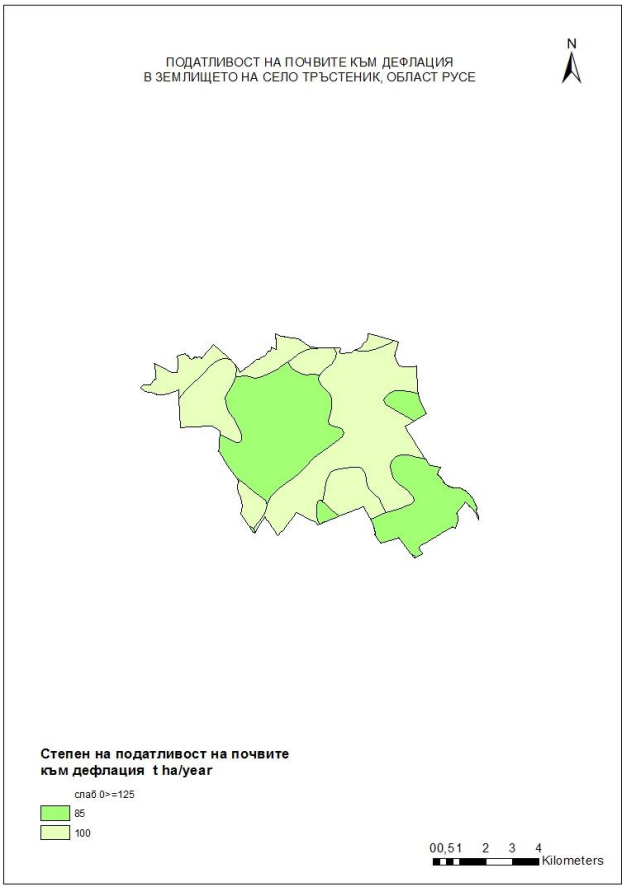
Резултати и обсъждане

От направените почвени проучвания са установени 8 почвени различия. Преобладават черноземите, като заемат площ от около 53 хил. дка. На фигура 1 е представено процентното съотношение на почвените различия на територията. С най-голяма площ са Типичните черноземи, средно мощни – около 13 хил. дка или 24%.



Фигура 1. Процентно разпределение на почвените различия на територията на с. Тръстеник, обл. Русе

С най-малка площ са Типични черноземи, слабо еродирани-1,52% и Делувиално-ливадни почви, мощни-2,28%.



Фигура 2. Карта на податливостта на почвите към дефлация

36,5% от територията е със стойности до 85 t ha/y, а останалите 63,4% са до 100 t ha/y.

Таблица 1. Стойности на индекса за податливост на почвите към дефлация (фактор I)

	Почвен различие	глина	прах	пясък	I-фактор
1	Карбонатни черноземи, неародирани и слабо еродирани	26,9	57,7	15,4	100
2	Типични черноземи, средно мощни	31,4	56,7	11,9	85
3	Типични черноземи, слабо еродирани	27,7	51,3	21,0	85
4	Карбонатни черноземи, средно еродирани	22,7	60,5	16,8	100
5	Черноземи, средно и силно еродирани	18,3	66,1	15,6	100
6	Черноземи, силно еродирани	17,0	66,4	16,6	100
7	Слабо излужени черноземи, средно мощни	30,3	51,5	18,2	85
8	Делувиално-ливадни почви, мощни	26,9	62,2	10,9	85

От таблицата за податливост на почвите към дефлация се вижда, че почвите попадат в клас слаба податливост. Типични черноземи, средно мощни, Типични черноземи, слабо еродирани, Слабо излужените черноземи и Делувиално-ливадните почви са с най-ниска стойност. По съдържание на хумус тези почви са слабо до средно хумусни.

Заключение

На територията на землището на с. Тръстеник са разпространени Черноземните почви. С най-голяма площ са Типичните черноземи, средно мощни – около 13 хил. дка или 24%. С най-голяма площ са Типичните черноземи, средно мощни – около 13 хил. дка или 24%. Почвите се характеризират със слаба степен на податливост към дефлация (>0>=125).

Благодарности

Изследванията са във връзка с проект „Оценка на почвеното качество и мерки за ограничаване на почвената ерозия и емисиите на парникови газове при черноземи” (договор ПОЗАМ 10 2021-2024).

Литература

1. Димитров П. Почвозащитно земеделие - нова форма на земеделие в България. НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2013, том 52, серия 1.1
2. Русева С., Л. Лозанова, Д. Некова, В. Стефанова, Х. Джоджов, Е. Цветкова, И. Малинов, В. Крумпв, С. Чехларова-Симеонова. 2010. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитното ползване на замаделските земи, част I. Северна България. ПъблишСайтСет-Еко, София.
3. Kuncheva G., P. Dimitrov. INFLUENCE OF WATER EROSION PROCESSES AND APPLICATION OF SOIL EROSION CONTROL TECHNOLOGIES ON SEDIMENT ENRICHMENT RATIO. PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE - 2018, volume 57, book 1.

4. Почвена характеристика на земите в землището на с. Тръстеник, област Русе, М 1:10 000. 1978. Институт по Почвознание и програмиране на добивите „Н. Пушкаров“.
5. Skidmore, E. L. and L. J. Hagen. 1970. Evapotranspiration and the aerial environment as influenced by windbreaks. Great Plains Agr. Council Pub., 50, 339-368.
6. Woodruff, N. P. and F. H. Siddoway. 1965. A wind erosion equation. Soil Sc. Soc. Am. Proc., 29(5), 602-608.

МИКРОБНА ЧИСЛЕНОСТ В КОМПОСТНИ СМЕСИ В КРАЙНА ФАЗА НА КОМПОСТИРАНЕ

Биляна Григорова-Пешева*, Бойка Малчева, Бисер Христов

**Лесотехнически университет, гр. София, бул. Климент Охридски №10, ПК1756, факултет Горски стопанство, катедра Лесовъдство*

e-mail: b.pesheva@ltu.bg

Резюме

Целта на настоящето проучване е да се проследи влиянието на внесена микробиологична добавка върху микробната численост на компостни смеси. Отчетено е количеството на микроорганизмите в крайната фаза на компостиране. Изготвени са 3 типа компостни смеси в два варианта: с внесена микробиологична добавка и контроли без добавка. Микробиологичната добавка е внесена при първоначалното зареждане на компостерите. Отчетени са специфичните параметри имащи отношения към компостния процес и специфичната активност на микроорганизмите – pH, температура и влажност в момента на пробовземане. Изследвано е общото микробно число, процентното участие на отделните основни почвени микробиологични групи (спорообразуващи бактерии, неспорообразуващи бактерии, актиномицети, микроскопични гъби), както и количеството на анаеробните микроорганизми в отделните миксове. Отчитането на микробния брой е извършено чрез последователни десетични разреждания на материала и последваща инокулация на подходящи селективни хранителни среди. Общото микробно число се движи от $7.1*10^6$ до $9.8*10^6$ КОЕ/g компост за контролите и от $6.5*10^6$ до $8.7*10^6$ КОЕ/g компост за вариантите с добавка. Във всички изследвани варианти доминира групата на неспорообразуващите бактерии. С най-малък дял от общата микрофлора е представена групата на спорообразуващите бактерии. Внесената микробиологична добавка води до по-високи стойности на общата микрофлора само в един от вариантите. При останалите варианти контролите са с по-високо общо микробно число.. Внесената в началото на процеса микробиологична добавка не повишава количеството на микробиалната биота в края на компостния процес.

***Ключови думи**:* микроорганизми, компостиране, фаза на изстиване и зреене.

MICROBIAL ABUNDANCE IN DIFFERENT COMPOSTING MIXTURES AT THE FINAL PHASE OF COMPOSTING PROCESS

Bilyana Grigorova-Pesheva*, Boyka Malcheva, Biser Hristov

**University of Forestry, 10 Kl. Ohridski Bld., Sofia, Bulgaria*

mail: b.pesheva@ltu.bg

Abstract

The aim of the present study is to follow the influence of an applied microbiological additive on the microbial abundance of compost mixtures. The count of microorganisms in the final phase of composting was reported. Three types of compost mixtures were

prepared in two versions: with introduced microbiological additive and controls without additive. The microbiological additive was introduced during the initial loading of the composters. The specific parameters related to the composting process and the specific activity of microorganisms - pH, temperature and humidity at the time of sampling - were recorded. The total microbial count, the percentage participation of the main soil microbiological groups (spore-forming bacteria, non-spore-forming bacteria, actinomycetes, microscopic fungi), as well as the amount of anaerobic microorganisms in the individual mixes, were investigated. Numbering of the microbial count was performed by serial decimal dilutions of the material and subsequent inoculation of appropriate selective nutrient media. Total microbial counts ranged from $7.1*10^6$ to $9.8*10^6$ CFU/g compost for the controls and from $6.5*10^6$ to $8.7*10^6$ CFU/g compost for the supplemented variants. In all studied variants, the group of non-spore-forming bacteria dominates. The group of spore-forming bacteria represents the smallest share of the total microflora. The introduced microbiological supplement leads to higher values of the total microflora in only one of the variants. In the other variants, the controls have a higher total microbial number. The microbiological additive introduced at the beginning of the process does not increase the amount of microbial biota at the end of the composting process.

***Key words**:* microorganisms, composting, cooling and maturation phase.

Въведение

Компостирането е процес на биологично разграждане и стабилизиране на органична материя, под действието на различни микроорганизми при аеробни условия (Smith & Collins, 2007). Според Tacon, (1990) компостирането е строг аеробен процес, протичащ в контролирана среда под действието основно на микроорганизми. Стандартният процес на компостиране преминава през 4 фази – мезофилна фаза, термофилна, фаза на изстиване и фаза на узряване. Често в практиката последните две фази се обединяват под общото названия фаза на изстиване и зреене. Настъпването на всяка фаза се обуславя основно от промяна в температурния режим и настъпваща промяна в микробиалните съобщества (Lechner et al., 2005). Продължителността на всяка фаза зависи от характеристиките на първоначалния състав на сместа и от състава и количеството на нейната микробна популация (Neklyudov et al., 2006). Основните таксономични групи участващи в процеса на компостиране са бактерии, гъби и актиномицети. Микробната активност оказва пряко въздействие върху трансформацията на веществата по време на процеса на компостиране. Размножаването и метаболитната дейност на микробните съобщества са важни фактори за гладкото протичане на компостирането (Cao, et al., 2019). По време на целият процес на компостиране бактериите съставляват най-многобройната група микроорганизми, което се дължи на тяхната специфика в метаболитната им активност и високата адаптивност към условията на средата (Zhao, et al., 2022). Основните агрохимични и физични параметри, имащи отношение към процеса на компостиране са съотношение C/N, температура, влажност и pH на средата (Franke-Whittle, et al., 2014; Partanen, et al., 2010).

Основната цел на изследването е да се направи съпоставка между микробната численост в различни компостни смеси в крайна фаза на компостиране.

Материали и методи

Изследването е проведено в крайната фаза на компостния процес – фаза на изстиване и зреене на компоста. Компостирането е извършено в градински компостери с вместимост 470 литра. При първоначалното зареждане на компостерите са съставени три компостни смеси във два варианта всяка. Компостна смес (КС) 1: свежа трева + сушени стъбла пшеница + слама + стартерен компост в съотношение 9:1:2:1. Съотношението C/N = 31. Компостната смес е в два варианта:

КС1.1 с добавка и КС1.2 – контрола. Компостна смес (КС) 2: свежа трева + лук + картофи в съотношение 20:12:5. Съотношението C/N = 30. Компостната смес е в два варианта: КС2.1 с добавка и КС2.2 – контрола. Компостна смес (КС) 2: свежа трева + лик + картофи в съотношение 25:30:10. Съотношението C/N = 35. Компостната смес е в два варианта: КС2.1 с добавка и КС2.2 – контрола. Пробовземането е извършено със стерилни инструменти, като пробите са съхранени в стерилни съдове до момента на изследване. По време на пробовземането е отчетена температурата и влажността на всеки компостен микс със специализирана електронна апаратура. Киселинността е отчетена лабораторно на база на изискванията на ISO 10390. Микробиологичните анализи включват определяне на общо микробно число, определяне на количествата на бацили, неспорообразуващи микроорганизми, гъби и актиномицети. Отчетено е и количеството на анаеробната микробна биота. Микробиологичните анализи са извършени чрез последователни разреждания на изходния материал и последваща инокулация на подходящи хранителни среди. За изолиране на бацили, изходното разреждане е предварително пастьоризирано с последваща посявка на обикновен агар и култивиране за 48 часа при 30 °C. За изолиране на актиномицетите е използван Actinomycet isolation agar при инкубация от 14 дни при температура от 35°C. Микроскопичните гъби са култивирани на среда - Чапек Докс агар за седем дни при температура 37 градуса. Данните са обработени и крайните стойности са представени в колонийобразуващи единици на грам компост (КОЕ/g компост) на степен 10^6. Резултатите за количествата на анаеробните микроорганизми са представени на база 10^4, поради значително по-ниското им присъствие в компостните смеси. Данните са обработени статистически чрез програма StatSoft Statistica 12, при 95% праг на значимост.

Резултати и обсъждане

Резултатите от проведените микробиологични анализи, както и отчетените параметри на компостните миксове са посочени в Таблица 1.

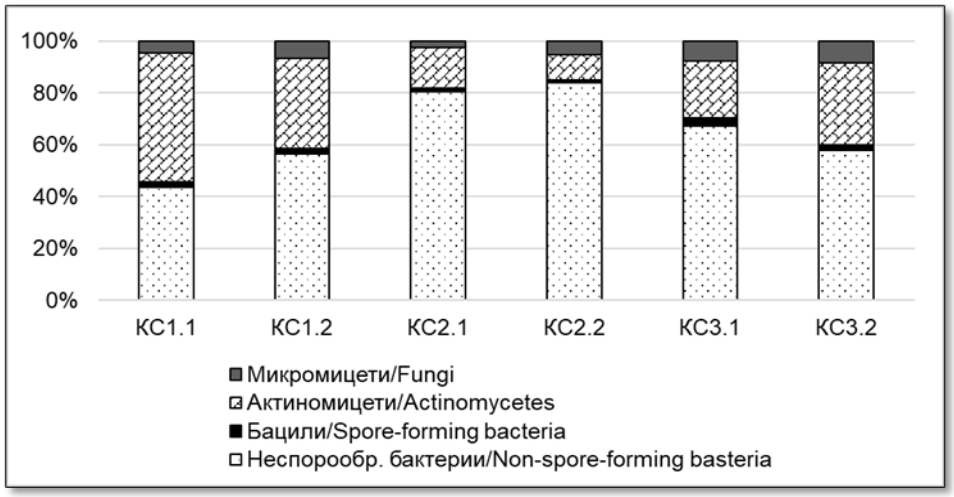
Таблица 1. Изследвани параметри на компостните миксове
Table 1. Analyzed parameters of composting mixtures

Компостна смес/	Температура/ (°C)	pH	Влажност %	Обща микрофлора (КОЕ*10^6/g почва)	Неспорообр. Бактерии (КОЕ*10^6/g почва)	Спорообразуващи бактерии (КОЕ*10^6/g почва)	Актиномицети (КОЕ*10^6/g почва)	Микромицети (КОЕ*10^6/g почва)	Анаероби (КОЕ*10^6/g почва)
1.1	25	6.96	29.0	8.7 ± 1.17	3.8 ± 1.75	0.2 ± 0.04	4.3 ± 1.23	0.4 ± 0.15	0.0012 ± 2.04
1.2	25	7.02	29.4	7.1 ± 1.17	4.0 ± 1.75	0.1 ± 0.04	2.4 ± 1.23	0.5 ± 0.15	0.0006 ± 2.04
2.1	25	6.58	28.8	8.0 ± 1.17	6.4 ± 1.75	0.1 ± 0.04	1.3 ± 1.23	0.2 ± 0.15	0.0043 ± 2.04
2.2	25	6.74	28.5	9.8 ± 1.17	8.2 ± 1.75	0.1 ± 0.04	0.9 ± 1.23	0.5 ± 0.15	0.0061 ± 2.04
3.1	25	6.98	29.6	6.5 ± 1.17	4.4 ± 1.75	0.2 ± 0.04	1.4 ± 1.23	0.5 ± 0.15	0.0033 ± 2.04
3.2	25	6.34	29.8	7.6 ± 1.17	4.4 ± 1.75	0.2 ± 0.04	2.4 ± 1.23	0.6 ± 0.15	0.0039 ± 2.04

Получените резултати за pH във вода за изследваните компостни смеси показват киселинност от слабо кисела до неутрална. Температурата на всички изследвани компостни миксове е 25 градуса, а влажността за всички проби е около 29%. Тези параметри показват приблизително еквивалентни стойности на факторите

оказващи влияние на микробната биота в крайния етап на компостиране. Въпреки това стойностите отчетени за общото микробно число на контролите варират в границите от $7.1*10^6$ КОЕ g/ компост (КМ3.1) до $9.8*10^6$ КОЕ на g/ компост (КМ2.2). Въпреки еднаквите изходни материали на КМ 2.1 и КМ 3.1 тяхното общо микробно число е твърде различно. При КМ 2.1, то е 20% по-високо от КМ 3.1. Това различие е свързано с различното изходно съотношение на материалите в двата компостни миксове. При изследваните три компостни варианта с добавка, само един има по-голямо общо микробно число от контролата (КС1). При останалите варианти количеството на микроорганизмите в контролите е по-високо спрямо пробите с допълнително внесена микробиологична добавка в началото на компостния процес.

Процентното разпределение на отделните микробни групи не се повлиява от внесената микробиологична добавка (фигура 1).



Фигура 1. Процентно участие на изследваните групи микроорганизми
Figure 1. Percentage participation of individual groups of microorganisms

Във всички изследвани компостни смеси, преобладаваща е групата на неспорообразуващите бактерии, следвани от актиномицетите и микромицетите. С най-ниско процентно участие е групата на бацилите. Данните показват приблизително еднакво разпределение на микробните групи спрямо конкретния вариант без специфика на резултатите спрямо наличието на добавка. Само КС 1.1 показва по-специфично процентно разпределение. При този вариант актиномицетите имат по-високо процентното участие спрямо неспорообразуващите бактерии. Подобен тип превес на актиномицетите над бактериите говори за наличието в компостния микс на все още трудноразградими органични вещества като хитин, целулоза и лигнин (Yoradanova, 2022). Въпреки, че КС2 и КС3 са съставени от едни и същи изходни материали се открива определено различие в процентното съотношение на отделните микробни групи. При КС 2, независимо от варианта процеса на компостиране е в по-напреднал стадии спрямо КС3, поради значително по-високото процентно участие на бактериите. Тези данни отново показват необходимостта от оптимално съотношение на въглерод/азот в изходната смес. При КС2 съотношението е 31:1, докато при КС3 съотношението 35:1. Данните за отчетените количества на анаеробните микроорганизми показват, че те са в по-големи количества при миксовете с внесена добавка на Варианти 2 и 3, но са в по-ниски стойности при Вариант 1.

Извършената статистическа обработка на данните не откри корелационна зависимост между общото микробно число и киселинността на компостната маса (r=-

0.2). Не беше открита значима разлика между стойностите на pH между вариантите с добавка и контролите.

Заключение

Настоящето проучване разглежда микробната численост при различни компостни смеси. При компостните миксове с оптимално съотношение въглерд/азот на началните материали се наблюдава по-високо микробно число. Независимо от внесената добавка, преобладаваща за всички компостни миксове е група на неспорообразуващите бактерии. С най-слабо участие в трансформацията на веществата в крайната фаза на компостния процес се отличава групата на бацилите за всички изследвани миксове. Проучването не установи повишена микрофлора в крайната фаза на компостиране в резултат на внесена допълнително микробиологична добавка. Настоящата разработка е предпоставка и основа за бъдещи разширени проучвания, които да спомогнат за разбиране на специфичната взаимовръзка между микробното обилие при процеса на компостиране и специфичния входящ материал.

Благодарности

Настоящото изследване е извършено в рамките на „Изследване на взаимовръзки при различни вариации на компостиране на органични отпадъци, чрез създаване на динамични компостни смеси с добавяне на мелиоранти и проследяване на микробиологична и ензимна активност – варианти за прилагане на качествен органо-минерален подобрител на компостна основа в селскостопанската практика“.КП- 06-Н-66/10” финансиран от Фонд „Научни изследвания” на МОН.

Литература

Cao, G., Song, T., Shen, Y., Jin, Q., Feng, W., Fan, L. & Cai, W. (2019). Diversity of Bacterial and Fungal Communities in Wheat Straw Compost for Agaricus bisporus Cultivation. HortScience, 54, 100–109

Franke-Whittle, I., Confalonieri, A., Insam, H., Schlegelmilch, M. & Körner, I. (2014). Changes in the microbial communities during co-composting of digestates, Waste management 34, 632-641, DOI: 10.1016/j.wasman.2013.12.009.

Lechner, P., Linzner, R., Mostbauer, P., Binner, E. & Smidt, E. (2005). Klimarelevanz der Kompostierung unter Berücksichtigung der Verfahrenstechnik und Kompostanwendung (KliKo), Endbericht im Auftrag der MA 48, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt, Retrieved from www.boku.ac.at/TCG/rol/KliKo_Endbericht.pdf

Neklyudov, A. D.; Fedotov, G. N. & Ivankin, A. N. (2006). Aerobic Processing of Organic Waste into Composts. In: Applied Biochemistry & Microbiology 42 (4), pp. 341–353

Partanen, P., Hultman, J., Paulin, L., Auvinen, P. & Romantschuk, M. (2010). Bacterial diversity at different stages of the composting process. BMC Microbiology, 10:94;

Smith J.L.; Collins, H.P.; Bailey V.L. (2010). The effect of young biochar on soil respiration, Soil Biology and Biochemistry, Vol. 42, Issue 12, pp. 2345-234

Tacon, J. (1990). Standart Methods for the Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. Argent Laboratories Press, Redmond, Washington, Volume 1:117 + Volume 2:129 + Volume 3: pp208

Yordanova, M. (2020). Composting of vegetable waste. Sofia, Bulgaria, Intel Entrans Press, pp17

Zhao, X., Li, J., Che, Z. & Xue, L. (2022). Succession of the Bacterial Communities and Functional Characteristics in Sheep Manure Composting, Biology, 11(8), 1181, doi: 10.3390/biology11081181

SOIL MICROBIOTA AND PHYTOEXTRACTION OF NICKEL AND COPPER

L. I. Tribis

Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy (Sofia, Bulgaria)

tribislev@hotmail.com

Abstract

The possibility and efficiency of metals phytoextraction by cultivated plants and the assessment of microbial communities state in soddy-podzolic soil artificially polluted with Ni and Cu, were studied. Under the conditions of a model experiment mycorrhization of plants by *Glomus intraradices* contributed to a significant increase in the yield of aboveground plant biomass of white clover, variable alfalfa, broadleaf plantain. The efficiency of Ni and Cu phytoextraction by these plants also increased significantly under the influence of mycorrhization. Respirometric indicators of soil microorganisms' activity (substrate-induced and basal respiration) were determined. Different effects of inoculation on microbial biomass when heavy metals were added to the soil were observed.

Key words: heavy metals, phytoextraction, mycorrhization, substrate-induced respiration.

Introduction

Contamination of natural ecosystems with heavy metals (HMs) is one of the most dangerous factors of their degradation, since an increase in the concentration of metals in soil leads to their accumulation in wild and agricultural plants, which is accompanied by contamination of food chains (Singh & Prasad, 2011). In addition, high concentrations of metals can make soil unsuitable for plant growth. Anthropogenic contamination of soil with HM can affect not only soil microflora, but also soil-forming processes directly. Plants play a significant role in the microbial communities' formation and their functions; therefore, it is important to study the interaction and joint influence of plant and microbial soil components under conditions of severe HM soil contamination. Phytoextraction is a promising and cost-effective way to extract HM from soil using hyperaccumulator plants. When such plants are grown on polluted soils, they accumulate significant amounts of HM, extracting them from the soil. Hyperaccumulator plants are used in phytomining, a method of extracting metals from mining dumps. Phytoremediation is another aspect of phytoextraction, i.e., the removal of excess HM from soils by growing hyperaccumulator plants on them. The efficiency of phytoremediation could be increased by inoculation of phytoremediation plants with mycorrhiza-forming fungi. This may promote plants growth and increase their stress tolerance.

Materials and methods

The study is based on a pot experiment with soddy-podzolic soil (Ap horizon, 0-24 cm), artificially contaminated with Ni and Cu. It was carried out in RSAU-MTAA, Moscow, in June - August 2014. The duration of the experiment was 74 days.

Table 1. Characteristics of the soil used in the experiment

pH (water suspension)	6,6
pH (salt solution)	5,7
P_2O_5, mg/kg	181±18
K_2O, mg/kg	214±21
Humus content,%	2,16±0,43
Base absorption sum, mmol in 100 g of soil	13,75±2,06
Clay content, %	41

To model heavy metal pollution, Ni and Cu salts were applied based on a tenfold Maximum Allowable Concentrations (MAC) exceedance (GN 2.1.7.2041-06) – in the amount of 40 mg/kg Ni and 30 mg/kg Cu.

In all variants, 6 plant species and cultivars were sown in the pots:

1. Variable alfalfa cultivar L10-r (*Medicago varia Mart*.)
2. Hop-like alfalfa (*Medicago lupulina subsp. vulgaris Koch*)
3. Broadleaf plantain *(Plantago major*)
4. White clover (*Trifolium repens var. Silvestre*)
5. Red fescue cultivar Sigma (*Festuca rubra subsp. rubra* 'Sigma')
6. Red fescue cultivar Yulishka (*Festuca rubra subsp. rubra* 'Yulishka')

The plants were grown in 4 variants:

1. Control
2. Ni and Cu salts were applied
3. Plants were inoculated with *Glomus intraradices*
4. Ni and Cu salts were applied + plants were inoculated with *Glomus intraradices*

The experiment was carried out in quadruple repetition in 1 liter pots. The total number of pots was 96 (4x6x4).

The content of HM in plants and the gross content of HM in soil were determined on an X-ray fluorescence analyzer.

Inoculation of plants with *Glomus intraradices* was carried out by pre-sowing application of shredded mycorrhizal roots of plectranthus (*Plectranthus australis L*.) in an amount of 1 g per pot. In order to search for mycorrhizal formations, microscopy of plant roots was carried out. Root samples were stained with methylene blue and examined at ×1600 magnification.

Respirometric indicators of soil microorganisms' activity (substrate-induced and basal respiration) microbial biomass C and microbial metabolic coefficients were determined according to the method presented in the article of Ananyeva N.D. and Blagodatskaya E.V. (Anan'eva et al., 2002). A glucose solution was used as a substrate. Carbon dioxide emission was measured using a gas chromatograph.

Statistical data processing was performed using programs Microsoft Excel 2010 and CXSTAT.

Results and discussion

Microscopy of plant roots revealed the presence of mycorrhizal formations on plant roots in variants with *Glomus intraradices* inoculation. Table 2 presents the results of determining HM content in plants in variants with their application. HM accumulation by aboveground plant parts is more important for the purposes of phytoextraction, because underground parts with absorbed HM are difficult to extract from the soil.

Table 2. Ni and Cu uptake, mg/kg dry biomass

Plants	Non-inoculated plants		Inoculated plants	
	Ni	Cu	Ni	Cu
Trifolium repens var. Silvestre, aboveground parts	14	19	16	19
Trifolium repens var. Silvestre, roots	13	118	76	116
Plantago major, aboveground parts	92	239	44	38
Plantago major, roots	128	299	108	187
Medicago varia Mart., aboveground parts	10	17	16	21
Medicago varia Mart., roots	59	84	34	46
Medicago lupulina subsp. vulgaris Koch, aboveground parts	13	35	17	20
Medicago lupulina subsp. vulgaris Koch, roots	22	46	113	159
Festuca rubra subsp. rubra 'Yulishka', aboveground parts	41	39	25,5	19
Festuca rubra subsp. rubra 'Yulishka', roots	296	531	186	449
Festuca rubra subsp. rubra 'Sigma', aboveground parts	16	27	21	22
Festuca rubra subsp. rubra 'Sigma', roots	208	472	237	439

Table 2 shows that when inoculated with *Glomus intraradices*, the amount of Ni and Cu in the aboveground parts of creeping clover increased slightly, but it contributed to a strong accumulation of Ni in its roots. Inoculation led to a significant decrease in the content of both elements in both the aboveground parts and roots of broadleaf plantain. When inoculated, variable alfalfa accumulated more Ni and Cu in the aboveground parts than without it, but in the roots the content of these metals as a result of inoculation decreased significantly. In the aboveground hop-like alfalfa parts Ni accumulation noticeably increased due to inoculation, and the accumulation of copper decreased. Inoculation of red fescue cultivar Yulishka led to a significant decrease in the content of both Ni and Cu in both the aboveground parts and roots of plants. Ni accumulation increased in the aboveground parts and roots (to a lesser extent) of red fescue cultivar Sigma, while copper accumulation in both parts of plants of this cultivar decreased slightly.

Table 3. Microbial biomass C and metabolic coefficients of soil microorganisms

	Plants	Non-inoculated plants		Inoculated plants	
		Microbial biomass C, µg/g soil	Microbial metabolic coefficient	Microbial biomass C, µg/g soil	Microbial metabolic coefficient
Without HM application	*Trifolium repens var. Silvestre*	1516±387	0,01	563±120	0,02
	Plantago major	3629±478	0,00	235±12	0,02
	Medicago varia Mart.	2737±665	0,00	329±64	0,01
	Medicago lupulina subsp. vulgaris Koch	4227±266	0,00	6598±591	0,00
	Festuca rubra subsp. rubra 'Yulishka'	2819±200	0,00	4897±340	0,00
	Festuca rubra subsp. rubra 'Sigma'	3391±238	0,01	7004±782	0,00
HM application	*Trifolium repens var. Silvestre*	5020±440	0,00	2713±331	0,00
	Plantago major	2026±485	0,01	2160±268	0,00
	Medicago varia Mart.	1325±466	0,01	7736±603	0,00
	Medicago lupulina subsp. vulgaris Koch	1072±160	0,02	1767±42	0,00
	Festuca rubra subsp. rubra 'Yulishka'	1707±263	0,01	3659±539	0,00
	Festuca rubra subsp. rubra 'Sigma'	2758±223	0,00	2423±244	0,00

Table 3 presents the results on microbial biomass C and metabolic coefficient of soil microorganisms under plants. In all variants, statistically significant differences from the control were identified. In variants without the addition of HM, inoculation of white clover, broadleaf plantain and variable alfalfa plants led to a decrease in microbial biomass under the plants. Inoculation of hop-like alfalfa plants and both cultivars of red fescue, on the contrary, contributed to its increase. In variants with the addition of HM to the soil, inoculation of only white clover plants led to a statistically significant decrease in soil microbial biomass. Also, only in the soil under white clover did the microbial metabolic coefficient increase when plants were inoculated, although it did not reach a value indicating an unfavorable state of the soil microbial cenosis. In the soil under other plants, under the influence of inoculation, microbial biomass either did not undergo statistically significant changes (as in the case of broadleaf plantain and red fescue cultivar Sigma), or increased significantly (variable alfalfa, hop-like alfalfa and red fescue cultivar Yulishka).

No relationship was found between soil microbial biomass and the amount of heavy metals accumulated in plants. The microbial metabolic coefficient, which is considered an integral indicator when assessing the state of soil microbial cenoses (Anan'eva et al., 2002), had a value of <0.1 in all experimental variants, which indicated their high stability. From this we can conclude that application of Ni and Cu salts to soddy-podzolic soil in amounts ten times higher than MAC of these metals did not lead to destabilization of the microbial cenosis of this soil. It also follows from the results obtained that inoculation of plants with mycorrhiza-forming fungus *Glomus intraradices* did not cause destabilizing changes in soil microbial cenosis.

Thus, under the conditions of the pot experiment, differences were revealed in the effect of inoculation with *Glomus intraradices* on the microbial biomass of soddy-podzolic soil under different plants. Among the crops, white clover stood out; its inoculation led to a decrease in microbial biomass in the soil under the plants. This decrease was observed both in variants with and without the addition of HM into the soil. Also, a noticeable decrease in microbial biomass in the soil without the addition of HM was observed under broadleaf plantain during its inoculation. However, in the variants with their addition, the opposite results were noted - microbial biomass increased. These changes in microbial biomass may be associated with the pulsating nature of fluctuations in the number of microorganisms under the influence of various factors, such as photosynthetic activity of plants (Panikov et al., 1988). At the same time, both in the variants with and without the addition of HM, the microbial metabolic coefficient during inoculation did not exceed 0.1, which indicates the high stability of soil microbial cenosis. In addition, the different effects of inoculation on microbial biomass when heavy metals are added to the soil can be explained by changes in the structure of soil microbial cenosis under their influence. When HM are added to soil, the suppression of the development of some types of microorganisms leads to a significant increase in populations of others that are more resistant to effects of HM, for example, the fungal component of soil microbiota. The application of mycorrhiza-forming fungus *Glomus intraradices* can also be a stressor for an already established soil microbial cenosis. In turn, soil fungi synthesize phytohormones when forming symbiotic relationships with plants (Smith & Read, 2008). Researchers note the different effects of phytohormones on the accumulation of HM in plants (Yakhin et al., 2014).

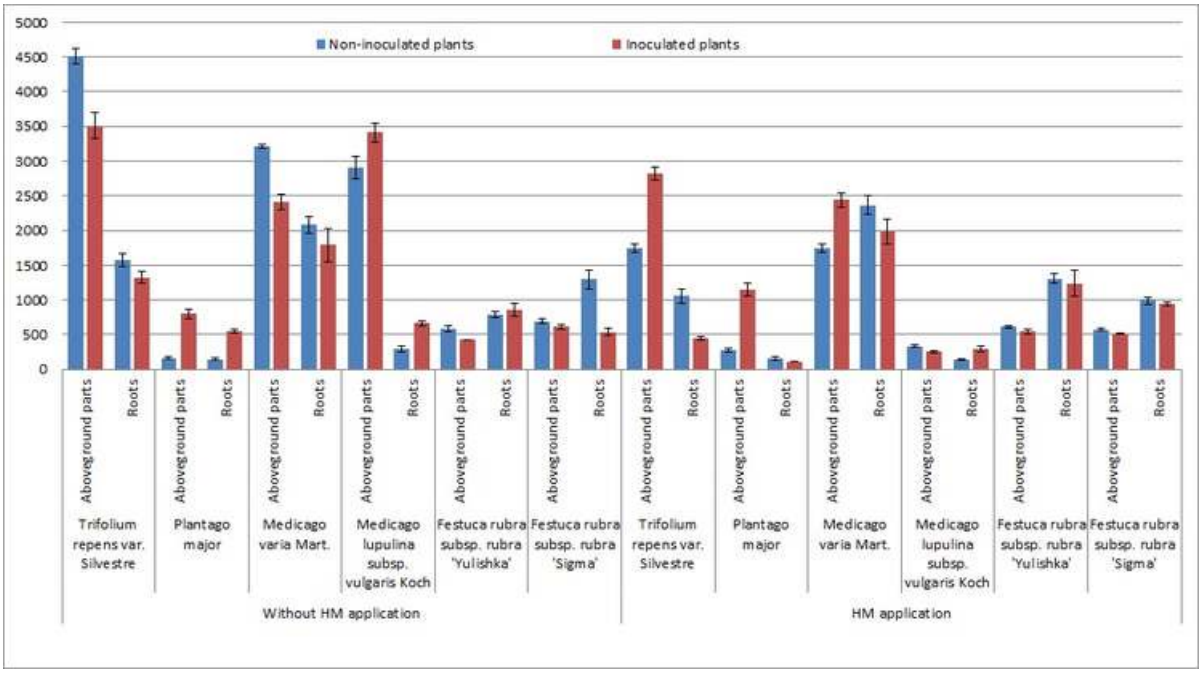


Figure 1. Plant biomass, mg (average per pot)

Ni and Cu application led to an effective decrease in the mass of aboveground parts and roots for white clover and variable alfalfa plants (Fig. 1). The mycorrhization of clover and alfalfa plants (in variants with HM) contributed to a significant increase in the mass of aboveground parts, i.e. the development of mycorrhiza reduced the toxic effect of heavy metals. The efficiency of Ni and Cu phytoextraction was also increased. The total uptake of Ni to the aboveground parts of these plants increased 1.9-2.2 times, and the uptake of copper increased 1.7-1.8 times. For mycorrhized broadleaf plantain plants grown under conditions of HM contamination a sharp increase in the aboveground mass and an approximately 2-fold increase in the content of Ni in the aboveground parts was noted.

Conclusion

Summarizing the results of the study, it is necessary to note the different influence of inoculation with *Glomus intraradices* on the uptake of HM by plants and on the microbial biomass of the soil (Borisov et al., 2016). Based on pot experiment data, to enhance the efficiency of phytoextraction of both Ni and Cu, inoculation of white clover and variable alfalfa with mycorrhiza-forming fungus *Glomus intraradices* is recommended. For phytoextraction of Ni (but not Cu), inoculation is recommended for hop-like alfalfa and red fescue cultivar Sigma. The microbial cenosis of the studied soil was found to be resistant to Ni and Cu addition in an amount ten times higher than the MAC of these metals in soil. The application of these HM did not significantly destabilize the microbial cenosis in the experiment.

References

1. Anan'eva N.D., Blagodatskaya E.V., Demkina T.S. (2002). Estimating the resistance of soil microbial complexes to natural and anthropogenic impacts. Eurasian Soil Science. V. 35. № 5. pp. 514-521.
2. Borisov B.A., Pozdnyakov L.A., Selitskaya O.V., Tribis L.I. (2016). Effect of mycorhiza-forming fungus Glomus intraradices on phytoextraction of nickel and copper and status of microbe cenoses under conditions of a model experiment. Moscow Univ. Soil Sci. Bull., 71, pp. 109-112.
3. GN 2.1.7.2041-06 (2006) Hygienic Standards. Maximum Allowable Concentration of Chemicals in the Soil. (*In Russian*).
4. Panikov N.S., Gorbenko A.Y., Zvyagintsev D.G. (1988). Pulsating nature of microorganism growth in soil and its nature. Moscow Univ. Soil Sci. Bull., №1, pp. 34-39 (*In Russian*).
5. Singh A., Prasad S. M. (2011). Reduction of heavy metal load in food chain: Technology assessment // Rev. Environ. Sci. Biotechnol. V. 10, № 3, pp. 199-214.
6. Smith S.E., Read D.J. (eds.). (2008). Mycorrhizal symbiosis. Cambridge.
7. Yakhin O.I., Lubyanov A.A., Seregin I.V., Yakhin I.A. (2014). Effect of plant growth regulators on the accumulation of heavy metals and their toxic action in higher plants. Agrochemistry, № 12, pp. 61-78. (*In Russian*).

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПРЕНОСИМИТЕ МОТОРНИ ЛЕБЕДКИ ПРИ ИЗВОЗА НА ДРЕБНОРАЗМЕРНА ДЪРВЕСИНА ОТ ОТГЛЕДНИ СЕЧИ

Тихомир Крумов, Кирил Стефанов

Лесотехнически университет, гр. София, бул. Климент Охридски №10

tihomir_krumov@ltu.bg

Резюме

През последните години механизацията в дърводобива отбелязва значителен напредък в световен мащаб. Повишава се делът на техническата осигуреност на дърводобивните бригади. В резултат на проведени научно приложни изследвания от изследователи и ползватели в горите се осигурява многообразие в механизацията в дърводобивният процес. Преносимите моторни лебедки (ПМЛ) играят важна роля в дърводобивния процес и най вече при извоза на дребноразмерна дървесина. Те се използват в случаите, при които тракторите и форвардерите оборудвани с въжена събирателна система, не могат да достигнат дървените материали, които подлежат на извличане или е икономически не ефективно. Производителността на ПМЛ се движи в рамките на 2 – 4,5 m^3/h. Тя зависи от обема на извозваната дървесина, диаметъра, наклона на терена и най-вече от технологията за извличане. Необходимо е усъвършенстване на технологичните схеми и разработване на нови при прилагането на ПМЛ. Подобрения се търсят в утвърдените вече методи а именно: влачене на материалите с помощта на конус, полувъздушно чрез използване на носещо въже или чрез повдигане на единия карай чрез мачта. Подобрения се търсят и в конструкцията и задвижването на ПМЛ: едно или двубарабанни, с бензинови или електрически мотори, с механично или хидравлично задвижване и др. конструктивни и технологични варианти. Анализът е направен с оглед перспективно приложение на ПМЛ при отглеждане на млади горски насаждения в условията на България.

Ключови думи: дърводобив, дребноразмерни материали, отгледни сечи, преносими моторни лебедки, технологични схеми.

APPLICATION OF PORTABLE MOTOR WINCHES IN THE EXPORT OF SMALL-SIZED TIMBER FROM SELECTIVE CUTTING

Tihomir Krumov, Kiril Stefanov

University of Forestry, 10 Kl. Ohridski Bld., Sofia, Bulgaria

Abstract

In the recent years, the mechanization of logging has seen significant progress worldwide. The share of the technical assurance of logging work teams is increasing. As a result of scientific applied researches carried out by researchers and users in forests, diversity in mechanization of the logging process is ensured. The portable motor winches (PMWs) play an important role in logging process and especially in the collecting of small-sized wood. They are used in situations where tractors and forwarders equipped with a rope collection system cannot reach the timber ready to be extracted or are not

economically efficient. The productivity of PMWs ranges from 2 – 7 m3/h depending on the volume of extracted timber, the diameter, the slope of terrain and above all the extraction technology. That is why, in practice, work is being done on improving technological schemes for the implementation of PMWs. Improvements are sought in the already established methods, namely: dragging the materials with the help of a cone, semi-suspended by using a carrying rope or by lifting one end by a mast. Improvements are also sought in the construction and drive of PMWs: single or double drum, with gasoline or electric motors, with mechanical or hydraulic drive, constructive and technological varieties, etc. The analysis of the problem was made with a view to future applied PMWs in the cultivation of young forest plantations in Bulgaria.

Key words: logging, plantation cuttings, portable motor winches, technological schemes.

Въведение

В политиката на ЕС за постигането на целта на Зелената сделка е заложено като приоритет стопанисването на горските територии. Основен продукт от стопанисването на горските територии е дървесината. Като част от политиката на ЕС за намаляване на въглеродния диоксид е използването на дървесина като основна суровина за дървесни пелети. За решаване на тази цел може да се използва дребно размерната и нискокачествена дървесина добита от отгледните сечи.

Отгледните сечи от лесовъдска гледна точка са едни от най - важните мероприятия за устойчиво стопанисване на горските територии.

Провеждането на тези мероприятия винаги е било не привлекателно от финансова и организационна гледна точка. Това се дължи на редица фактори: материалите добити от отгледни сечи са незначителни по запас на хектар, предимно се добива дребна дървесина, технологична дървесина или дърва за огрев (Peev, 2017). Тези сортименти са със сравнително малки размери и неравномерно разпределени по терена.

Усвояването на тази дървесина е възможно чрез внедряване на нова техника и нови технологии, чрез които да се увеличи степента на механизацията и особено механизацията на тежките и трудоемки процеси.

Механизацията на отделните процеси при производството води до подобряване на условията на труда на работниците. Това дава възможности за наемане на постоянни работници.

Механизацията на операциите значително съкращава производствения цикъл при добива и транспорта на дървените материали и се подобряват икономическите показатели на дърводобивното производство.

Независимо от напредъка на механизацията в дърводобива и внедряването на високо производителни специализирани машини като трактори оборудвани с въжени системи (Akay 2005, Russell and Mortimer 2005, Gellerstedt 1997, Laurier et al.2002) и въжени линии, като основен недостатък на тези машини е неефективната им експлоатация в млади насаждения с ниска интензивност (Akay 2005)

За подобряване на ефективността и производителността при извличането на материалите от трудно достъпни места, е необходимо използването на преносимите лебедки (Alpmobil 1996, Horek 2007, Vyklizovací 1986, Visser and Stampfer 2015).

Модели и конструкции при преносимите лебедки

Лебедките намират широко приложение при стопанисването на горските територии и по специално в дърводобива. Подходящи са за използване в планински и полупланински райони, които преобладават в нашата страна и за извличане на дървените материали от трудно достъпни места (дълбоки и непроходими дерета).

Разработки и внедряване на алтернативни на тракторните лебедки са правени и в различни европейски страни (Visser and Stampfer 2015). Такива са например LD-52UV която е представена през 1952 г., а VSKII е представена през 1955 г. Тези лебедки са били оборудвани с големи барабани с въжепобираемост около 350-400 m, с дебелина на въжето 8 mm. С оглед на трудности възникнали при маневрирането на този тип мобилни лебедки, постепенно са заменени от железни коне (Kapsen, Mula), но с къси въжета (Balcar 2004).

В Европа през 80-те години на миналия век се засилва интересът към малките производствени технологии и използването на различни по вид преносими моторни лебедки. В зависимост от конструктивните особености се разделят на:

- преносими лебедки задвижвани от двигател на бензиномоторен верижен трион;
- преносими лебедки със собствен двигател с вътрешно горене;
- малки лебедки на леко ръчно шаси;
- малки самоходни лебедки с шейни ;
- колесни и верижни самоходни лебедки и минитрактори.

В зависимост от това, какво движение ще се предава на въжето: възвратно-постъпателно или кръгово, в дърводобива се използват два вида лебедки (фигура 1):

a) Лебедки с реверсивно движение (напред и назад) на теглителния орган;

b) Лебедки с непрекъснато (кръгово) движение на теглителния орган.



Фигура 1. Преносими моторни лебедки

а) с реверсивно движение на теглителния орган;
б) непрекъснато (кръгово) движение на теглителния орган

При първия вид, теглителното въже се навива напълно върху барабана при извличането на дървените материали, докато при вторите въжето обхваща 2-3 навивки на барабана и по този начин при въртенето си барабанът предава на въжето непрекъснато кръгово движение. В този случай няма ограничение в дължината на въжето. Недостатък, е че за да се получи това, въжето трябва да бъде постоянно опънато по цялата дължина. Навивките на въжето около барабана служат, за предпазване от боксуване около него при въртенето му. Максималната теглителна сила е до 1000 N.

При лебедките с реверсивно движение, въжето на лебедката има фиксирана дължина, обикновено до 30m, поради ограничението на допустимата маса при носене на машината в ръка. Основното предимство на лебедките с барабан в сравнение втория вид е тяхната по-висока теглителна сила, която може да достигне до 2 000 N.(Recoftc 2015)

В дърводобива в Европа се използват различни моторни лебедки, задвижвани от моторни триони до самоходни, чието технологично използване зависи от техническите параметри (маса, теглителна сила и дължина на въжето). Лебедките към верижен трион са най-ниския клас от мобилните лебедки, използвани при малъка интензивност на сечта и малък обем на материалите. Оборудвани са с въже навито на барабан, а функцията на барабанен съединител се изпълнява от центробежния съединител на бензиномоторния трион. Техническите параметри са резултат от компромис между преносима маса, функционалност и Мощност на бензиномоторния двигател.

Преносимата лебедка LEWIS, е оборудвана с въже Ø 5 мм и дължина 45 м или Ø 3 мм и дължина 75 м. Произвежда се и в двубарабанна версия: горен барабан с въже Ø 3 mm и дължина 75 m и долен барабан с въже Ø 5 mm и дължина 45 m, позволяват работа в обикновена въжена система с теглещо и връщащо въже. Подобен е принципа на работа и при лебедките MPN7 и Multi KBF (Neruda,2022).

Преносимите лебедки със собствен двигател са с възможност за по-широка употреба, но тъй като масата им е ограничена от преносимостта, те не постигат значително по-добри параметри от лебедките за верижен трион. Пример е тип Kolpe 500, фиксиран към ствол на дърво, чиито аксесоари включват и приспособления за намаляване на съпротивлението при привличане на материалите. Масата му, включително въжето с диаметър 4 mm и дължина 35 m, е 14 kg (Neruda,2022).

Поради ограниченията на допустимата маса, при ръчно преносимите лебедки и по-ниската теглителна сила, за решаване на тези недостатъци, лебедките се монтират върху двуколесни шасита. По този начин могат да се монтират по-тежки барабанни лебедки, като лебедка Dominicus FKS Compact 13.

Тези конструкции позволяват използването на барабани с увеличена дължина на въжето до 100 m. Моторната лебедка Multi FKS, е или адаптирана за моторен трион, или е оборудвана със собствен двигател с мощност 4,5 kW. Масата на лебедката без двигател и шаси е 27 кг с капацитет на барабана-въже Ø 6,5 mm и дължина 80 m, или с Ø 5 mm и дължина 120 m, теглителна сила е 10 kN. (Recoftc 2015, Neruda,2022).

Малките лебедки с шейни се придвижват чрез издърпване с помощта на собствени въжета (Neruda,2022).

Конструкцията на шейната е с голяма повърхност на плъзгане и нисък специфичен натиск върху почвата, и възможността за придвижване със собствено въже, я предопределя за работа на наклонени терени и такива с ниска товароносимост. Тази група включва малки лебедки с техническите характеристики на предходните групи, лебедки с по-голям капацитет на барабана с тънко въже (аксесоари за горски въжени линии) и лебедки с по-висока производителност. Пример за това е Ackja с двигател от 4,8 kW, теглителна сила от 8,5 kN и капацитет на барабана – с въже Ø 6,5 mm до 100 m.

Технически усъвършенствана лебедка от по-висока категория на производителност е двубарабанна лебедка с шейна ALPMOBIL, която се характеризира със затворен екстериор, подобен на лодка. Дизеловият двигател с мощност 15,5 kW осигурява теглителна сила на всеки барабан от 14-22 kN при скорост на навиване 0,5-0,95 m.s-1, дължина на въжето Ø 8 mm 1x 150 m и 1x 200 m. Лебедката може да се движи по наклони до ±35º. (Neruda,2022).

Посредством радиостанция за дистанционно управление на лебедките позволява работа в различни технологични комбинации: разчистване на дърва под трасето на въжените линии чрез наземно влачене, създаване на малка въжена система с носещо въже за концентрация срещу наклон, просто теглене на дърва надолу по склона със спирачна функция на връщащо въже.

В България ограничено се използват едно барабанни преносими моторни лебедки с реверсивно или кръгово движение, тъй като не са намерили необходимата производствена ефективност. С оглед на спецификата на типичните дърводобивни обекти и квалификацията на работниците, подходящи за използване са лебедки с теглителна сила 8,5 – 10 kN, и необходима мощност от 4,8 - 6 kW и въже с диаметър Ø 5 mm с дължина100 m или Ø 6 mm и дължина 80 m.

Технологии при извоза

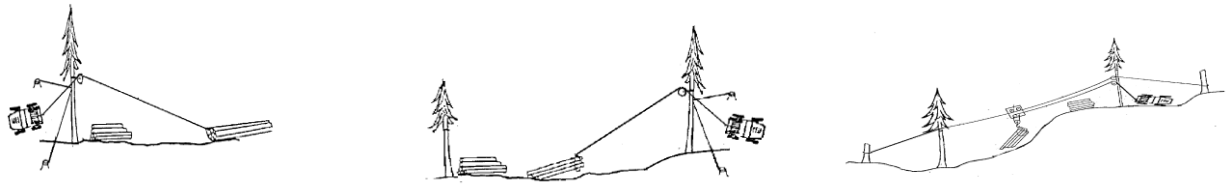
Извличаните материали могат да бъдат във вид на цели стъбла, дълги стъблени секции или сортименти. С подобренията в преносимите моторни лебедки могат да се извличат дори и цели дървета.

При използването на лебедките са познати три основни начина на извоз (фигура 2):

a) Извличане при което дървените материали се влачат по цялата си дължина по земята – наземно.

b) Чрез повдигане на предния край на материалите (спрямо посоката на извличане) – полувъздушно. При този тип ролковите блокове се монтират или на мачти или на здрави дървета. Мачтите трябва да са в близост до лебедката;

c) Материалите висят изцяло във въздуха, без да имат постоянен контакт с повърхността – въздушно.



a) b) c)

Фигура 2. Технологични схеми при използването на преносимите лебедки

Перспективни технологични схеми за внедряване на преносими моторни лебедки (фигура 3)

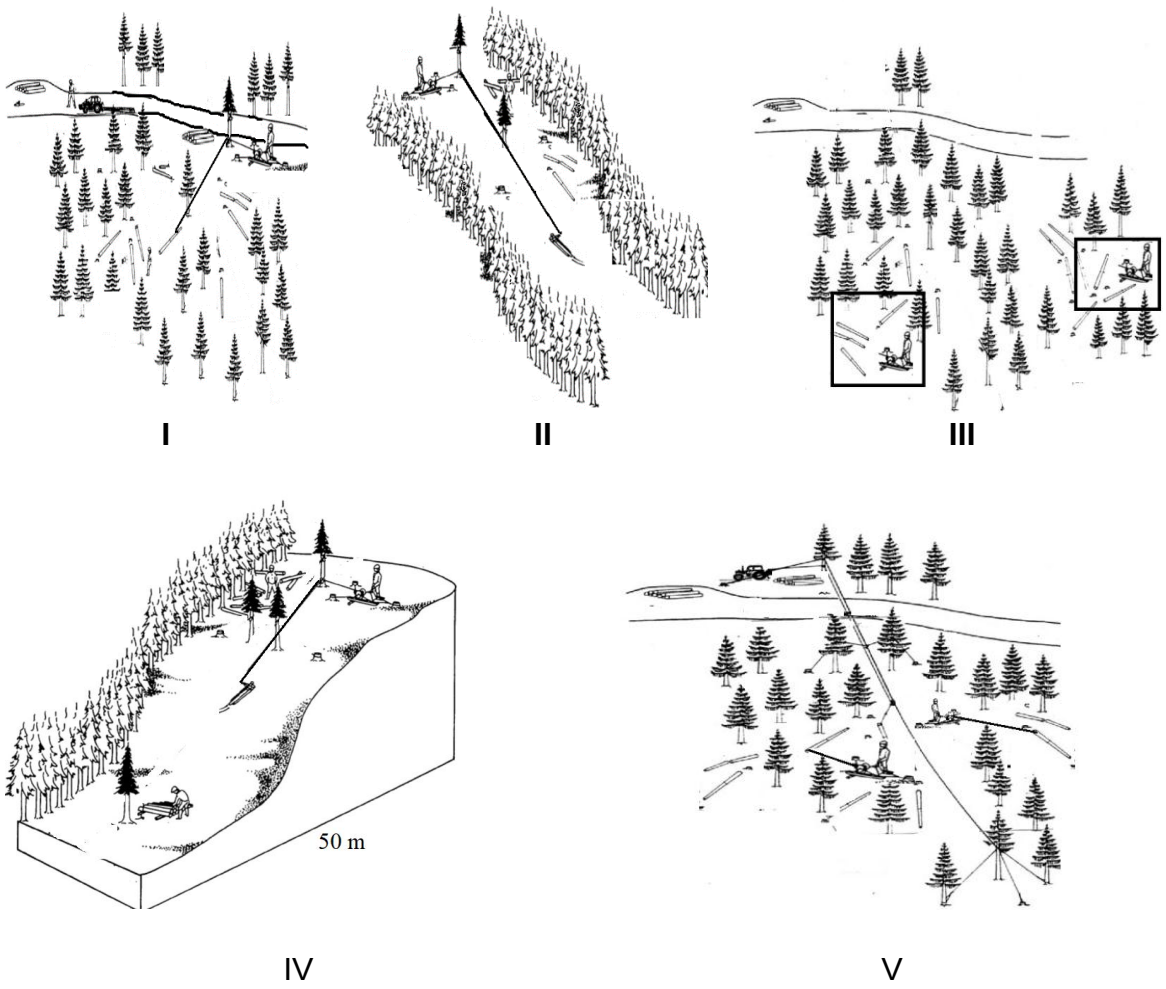
I. В система с трактор - при извличане на дребноразмерна дървесина от отглежданото насаждение и приготвяне на пакет за трактор близо до пътя.

II. При лентови схематични отгледни сечи.

III. При залагане на квадратни площи , при отглеждане на насаждения.

IV. Привличане на дървени материал при селекционни сечи, с обхват на въжето в радиус до 50m.

V. В система с колесен трактор и въжена линия за полувъздушно извличаше на дървените материали.



Фигура 3. Перспективни технологични схеми при използването на преносимите лебедки

Заключение

В резултат от направения анализ се вижда, че преносимите моторни лебедки ще намерят приложение в работния процес на горските работници в млади насаждения, а също така и на временни складове.

Оборудваната с радио управление преносима лебедка ще позволи механизирането на извозването на дребноразмерна дървесина от млади гъсти насаждения, в които се извеждат отгледни или селективни сечи, при които използването на тракторна-моторна или животински сила е нерентабилно.

Ниската им маса и малките габаритни размери ще позволят при работа лебедките да се обслужват от един човек.

Включването на лебедката към комплексна бригада за работа в млади насаждения ще разреши въпроса за механизацията на най-трудоемките процеси по събирането и извличането на дървесината от тези насаждения.

При проведените изследвания на работа с преносима моторна лебедка е постигната производителност на 2 – 4,5 m^3/h , тази производителност е рентабилна за използване на преносимите лебедки в нашето горско стопанство.

Необходимо е провеждане на изследвания за определяне на експлоатационно техническите параметри на преносимите лебедки в сегашните производствени и икономически условия в нашата страна. В резултат на което да се предложат най ефективните технологии при извличането на дървените материали при различни природо-производствени и технологични условия.

Литература

1. Akay, A., 2005: Using farm tractors in small-scale forest harvesting operations. Journal of Applied Sciences Research 1(2): 196–199.
2. Alpmobil, NÁVOD K OBSLUZE A ÚDRŽBĚ, ŠLP Křtiny, 1996
3. Gellerstedt, S., 1997: Mechanised cleaning of young forest – The strain on the operator. International Journal of Industrial Ergonomics 20(2): 137–143.
4. Horek, Přemysl. Lesní lanovky. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007, 104 s. ISBN 978-80-87154-10-6.
5. Laurier, J.P., Baraton, M., Capelier, J., 2002: Machines de bûcheronnage: Panorama du parc français des matériels e examen de son évolution de 1980.
6. Neruda J., Technika a technologie v lesnictví, 2022
7. Štícha, V, Jaroslav Holuša, Roman Sloup, Jan Macků, Jiří Trombik, 2018 A Mobile Hydraulic Winch for Use in Small-Scale Forestry,2018 Croatian journal of forest engineering 39
8. Peev, D. Thinnings – problem and opportunities. Management and sustainable development , 2017, 67(6) 68-78
9. Recoftc - The Center for People and Forests, Motor winches,2015 Copyright © Recoftc, Bangkok, Thailand.
10. Russell, F., Mortimer, D., 2005: A review of small-scale har- vesting systems in use worldwide and their potential applica- tion in Irish forestry. Ireland, National Council for Forest Research and Development, 48 p.
11. Visser, R., Stampfer, K., 2015: Expanding ground-based har- vesting onto steep terrain: A review. Croatian Journal of For-est Engineering 36(2): 321–331
12. Vyklizovací naviják Vnad-2, návod k obsluze a údržbě, šlp Křtiny, 1986
13. https://www.mb-falkner.at/maschinenbau/seilwinde/
14. https://www.portablewinch.com/

АНАЛИЗ НА УПОТРЕБАТА НА ПЕСТИЦИДИ В СЪВРЕМЕННОТО ЗЕМЕДЕЛСКО ПРОИЗВОДСТВО

Елена Димитрова, Благой Еленов, Иван Мортев

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров“

Резюме

За да се осигури прехраната на населението на земята е необходимо със същият темп да нараства и производството на храни. На този етап биологическият потенциал на растителните видове е ограничен. Призивите за биологично производство с оглед опазване здравето на хората и околната среда, въпреки своите аргументи не могат да доведат до решаване на хранителните проблеми на населението, защото изследванията показват, че при това производство добивите значително намаляват.

Един от основните методи за намаляване замърсяването на околната среда и повишаване ефективността на растителнозащитните мероприятия е използването на оптимално капково покритие съобразено с условията и неприятеля. За постигане на тази цел са анализирани отпръскващи системи и методи на разпръскване. Сравнени са предимствата и недостатъците на методите на разпръскването и транспортирането на работна течност до обработвания обект.

Разходите за провеждане на растителна защита са значителни и всяко тяхно намаляване има многопосочен ефект. Съвременните пестициди са все по-ефективни и по-скъпи това налага изискването за тяхното много по-прецизно прилагане.

Въведение

Качеството на земеделската продукция най-съществено се влияе от прилагането на химичните препарати. В съответствие със съвременните изисквания е необходимо да не се превишават нормите, които причиняват замърсяване и същевременно опазват растенията от болести и неприятели. Усилията на земеделските производители, да получават повече и по-евтина продукция, довеждат до търсене на нови, бързи и ефективни методи за контролиране неприятелите така, че да се постигне максимална биологическа ефективност при минимално замърсяване.

Състояние на проблема у нас

До скоро единствения критерий, който се използваше за оценка на растителнозащитните мероприятия по метода на пръскането бе разходът на работна течност при определена концентрация. В нашата страна по механизиране и автоматизиране на оценката на капковото покритие се работи от 1977-1978 г. [1]. Натрупаният опит позволява да се разработват по-конкретни изисквания за диаметъра на капките и броя им на cm^3, съобразно целите на мероприятието, което ще се провежда.

Състояние на проблема в чужбина

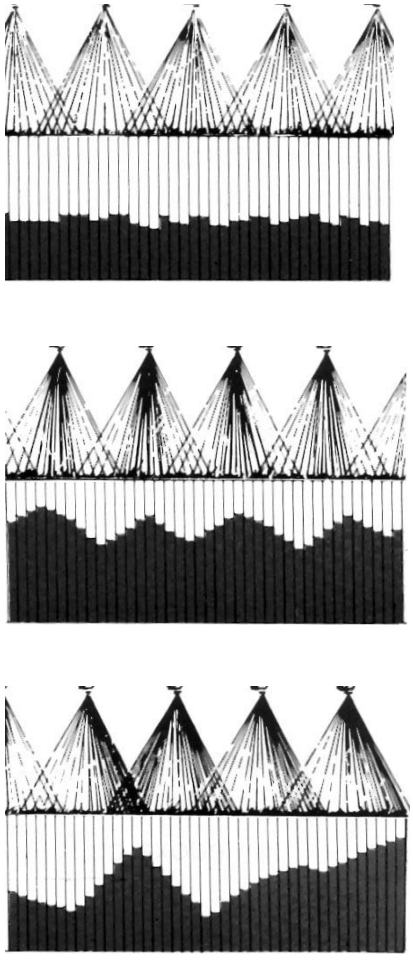
От анализа на растителната защита в страни като САЩ, Англия, Германия, Франция, Австрия, Холандия, Швеция и др. се вижда, че през последните 10-15 години основно внимание се отделя на вредните страни на процеса пръскане [2].

Параметри на качеството на работа

Качеството на работа се определя от равномерността на разпределение на работната течност в работната ширина на машината и по височина на растението, размера на капките и плътността на капковото покритие. Последните са свързани с реализиране на определена разходна норма с необходимо качество на покритие.

Съгласно агротехническите изисквания при всеки вид третиране, пръскачките трябва да осигуряват разходни норми от 10 до 320 l/ha. Това обикновено се постига чрез подходяща комбинация на отвори на дюзите, налягане на работната течност и скорост на придвижване.

Разходните норми зависят от използвания пестицид, вида на третиране и развитието на растението и листната маса. Необходим е разумен компромис между производителността на обработката и качеството на пръскането. Основният технологичен фактор, влияещ на производителността е скоростта на движение на агрегата.



Общ вид на разпределението на работната течност при нови качествени дюзи. Разпределението е равномерно.

Общ вид на разпределението на работната течност при износени дюзи. Вижда се, че при същото налягане дебитът е значително по-голям, с неравномерно разпределение.

Общ вид на разпределението на работната течност при повредени дюзи. Повишен дебит и твърде неравномерно разпределение с предозиране и недостатъчно опръскване.

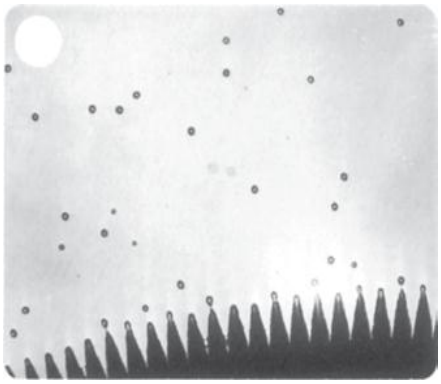
Фигура 1. Общ вид на разпределението на работната течност при различни ситуации

Продължителната работа с една дюза води до износването ѝ, което също може да предизвика значителни отклонения от нормата (фигура 1). И най-малките наранявания при неправилно почистване също могат да увеличат пропускателната способност и да станат причина за влошено разпределение на течността. Индикатор за това е увеличеният дебит на дюзата. Икономически неизгодно е, за получаване

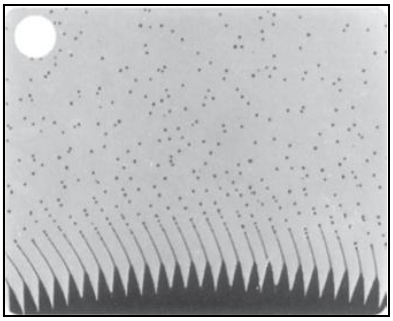
на същия биологически ефект, недостатъчното опръскване да се компенсира чрез увеличаване на концентрацията на препарата или на разходната норма на работна течност.

Начини на капкообразуване

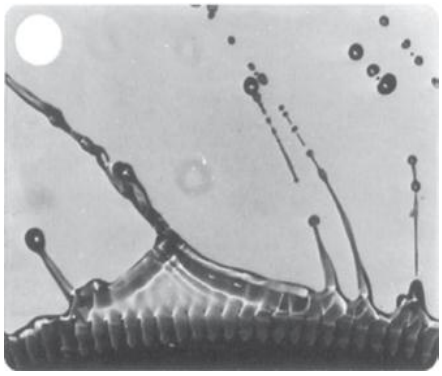
На фигура 2 е показан процеса на капкообразуването при ротационните разпръсквачи при различен дебит и честота на въртене на диска. Технологията на капкообразуване протича по следния начин. Течността се подава в близост до центъра на въртящата се повърхност, така че от центробежната сила се разпространява течност до ръба на разпръсквача. Дефинирани са три метода за образуване на капчици като дебита на течността се увеличава [3].



1



2



3

Фигура 2. Изменение размера на капките в зависимост от честотата на въртене.
1) При 2000 min^{-1} и 60ml/min ,
2) При 2500 min^{-1} и 100ml/min,
3) При 1000 min^{-1} и 800ml/min

1. Единични капчици излизат директно от дюзата при ниски скорости на потока.
2. Течността излиза под формата на дъги (извити нишки) и се разделя на малки капчици.
3. Течността напуска под формата на накъсан лист, който се разпада на част а в края се образуват капчици.

Сателитни капчици се образуват от нишката, която свързва главната капчица с останалата част на течността на разпръсквача. Прехода води до намаляване на средния диаметър на капките.

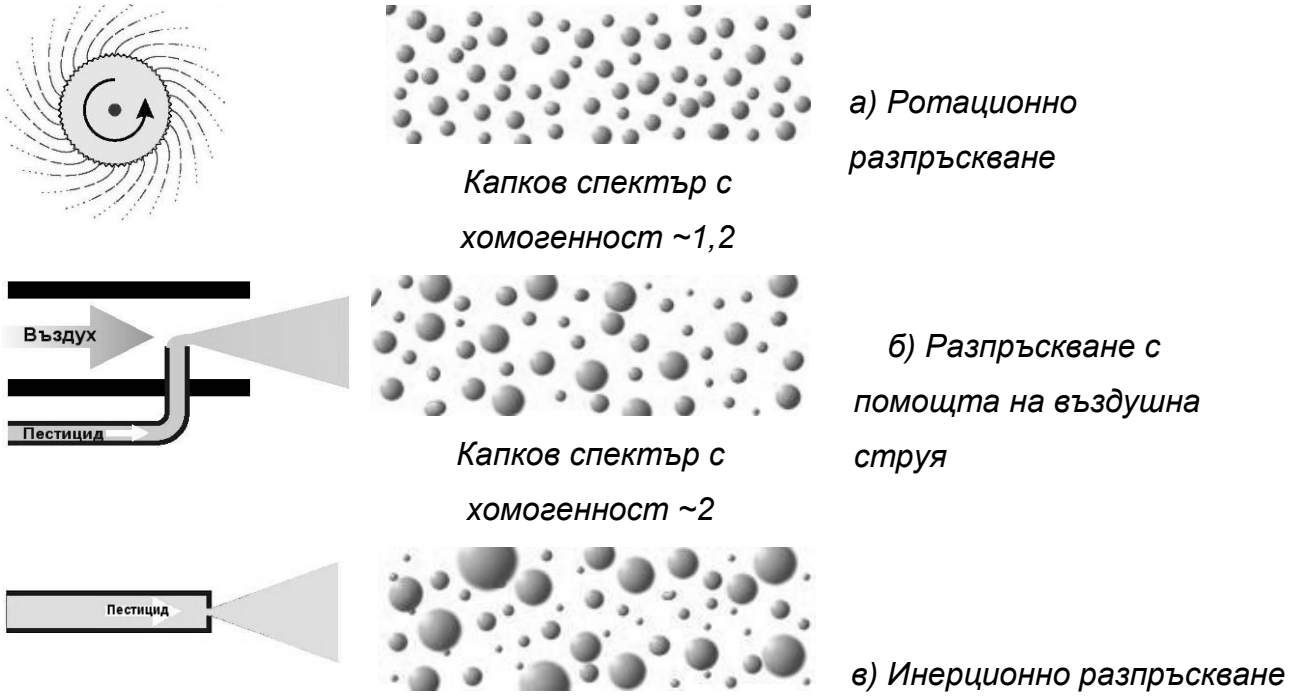
Параметри на капковия спектър

Хомогенността на капковия спектър е една от предпоставките за ефективна и екологосъобразна растителна защита. Разпределянето на капковия спектър в широк диапазон предполага по-голяма вероятност от стичане на едрите капки и отнасяне на дребните. И в двата случая препаратът се използва неефективно. Колкото коефициентът на хомогенност е по-близо до единица, толкова тази опасност е по-малка.

Таблица 1. Обобщени характеристики на капките при пръскане

Размер на капките	Предимства	Недостатъци
Големи капки	Попадане в желаната цел. Лесно се сблъскват. Малко изпарение.	Много малко капки от единица обем течност. Не се носят добре от вятъра. Падат главно на земята.
Малки капки	Много капки от единица обем течност. Добре се носят от вятъра. Полепват се по листата и инсектите. Добро проникване в растението.	Лесно се отнасят встрани от целта. Изпарението е значително.

На фигура 3 е показан общият вид на три примерни капкови спектъра с различна хомогенност и опръскващите системи, от които обикновено се получават.



а) Ротационно разпръскване

Капков спектър с хомогенност ~1,2

б) Разпръскване с помощта на въздушна струя

Капков спектър с хомогенност ~2

в) Инерционно разпръскване

Капков спектър с хомогенност ~2,5

Фигура 3. Начини на разпръскване

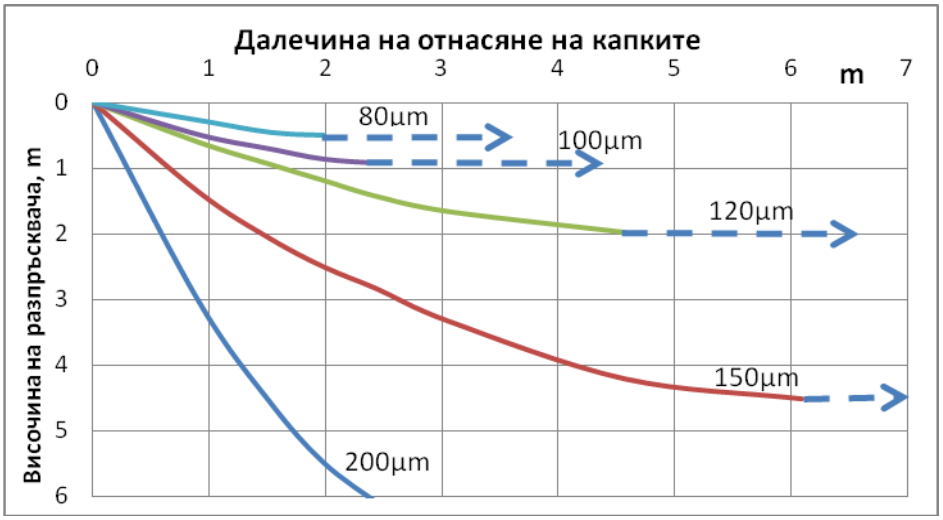
Основна роля в ефективното прилагане на пестицидите играе диаметъра на капките. Той е определящ фактор, не само, че от него зависи отнасянето на пестицидния облак, но и той влияе върху концентрацията на пестицида. По-малките капки се изпаряват по-бързо и така се променя концентрацията на препарата в самата капка. По този начин той има и основна роля в замърсяването на околната среда [6].

Препоръчваните от Британския съвет по растителна защита диаметри на капките при различни приложения са представени в таблица 2.

Таблица 2. Класификация според размера на капките и възможностите за тяхното приложение според Британския съвет по растителна защита

Категории капки	Размер на капките, μm	Приложение
Много дребни	< 150	Инсектициди и фунгициди
Дребни	150-250	Инсектициди и контактни хербициди
Средни	250-350	Почвени хербициди
Едри	350-450	Почвени хербициди и листни торове
Много едри	450-550	Листни торове
Изключително едри	>550	Листни торове

Размерът на капките има отражение и върху тяхната склонност за отнасяне. На фигура 4 е показано нагледно влиянието на диаметъра на капките при постоянна скорост на вятъра върху далечината им на отнасяне.



Фигура 4. Далечина на отнасяне на капките в зависимост от техния размер и височина на разпръсквача при вятър със скорост 0,45 m/s, температура 24 ºC и влажност на въздуха 55% (по Hoffman et al., 1986.)

Ако трябва да се направи синтезирана характеристика на пръскане, при което загубите на работна течност и замърсяването на околната среда да бъдат минимални и без практическо значение, то трябва капковия спектър да е хомогенен и с минимално съдържание на капки с диаметър под 100 μm и капките да са с висока относително маса и ниска изпаряемост. Третирането трябва да се извършва при благоприятни атмосферни условия – слаб вятър, висока атмосферна влажност, оптимална температура на въздуха и стабилен приземен въздушен слой.

Хомогенността на спектъра се определя чрез съотношението СОД/САД (среднообемен към средноаритметичен диаметър на капките) [4]. Колкото съотношението между стойностите на СОД и САД е по-близко до единица, толкова диапазонът е по-стеснен и хомогенността на спектъра е по-висока и обратно. Според изследвания на фирмата „Ciba geigy" най-малки са загубите при

ултрамалообемно пръскане (УМП) и малообемно пръскане (МП), когато среднообемният диаметър на капките е както следва: при УМП - 110 μm; при МП с инсектициди и фунгициди – 250 μm; при МП с хербициди и дисектанти – 450 μm.

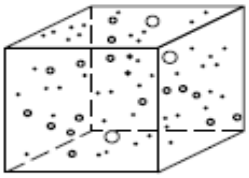
Методи и средства за оценка параметрите на капковите покрития

Размерът на получаваните капки от разпръсквачите на дадена машина за растителна защита са важен елемент в оценката на нейното качество на работа. Измерването на тези капки е неразделна част от технологията за химическа растителна защита. Многобройни опити показват, че в зависимост от използваната технология и условията на третиране само 40 - 90 % от активното вещество се реализира по предназначение, а другата част се губи чрез отнасяне, изпарение и стичане [5].

Чрез контролиране параметрите на капковото покритие се намалява вероятността от безсмислено замърсяване на околната среда и необоснован разход на средства и се реализира оптимален биологичен ефект при конкретни условия и вредители. От друга страна по този начин може да се ограничи до минимум и не попадащата по предназначение работна течност. Процесът на оценка на параметрите на капковото покритие започва от определяне диаметъра на капките и на тази основа изчисляването на производните му оценки.

Самото измерване на диаметъра на капките е най-чувствително към развитието на техниката. В началото е започнато с ръчно измерване с помощта на лупи и микроскопи, за да се достигне при съвременните компютри до автоматизиране на този процес.

Прякото измерване на капките реализиращо се при техния полет се базира основно на използването на лазери и високоскоростна фотография (фиг. 5). Използването на лазери се основава на принципите на лазерната холография, разсейването на светлината, лазерна Доплерова велосиметрия и лазерната сянка. Пробата при тези методи е пространствена. Тя се взима от обема на опръскващия факел, докато при другите методи пробата е равнинна. Този начин на измерване е чувствителен към броя капки във всеки размерен клас и броя капки в единица обем.



Фигура 5. Общ вид на обема на опръскващия факел

От косвените методи най-разработени и с най-голямо приложение са тези използващи отпечатъци на капките. Пробата може да се вземе с мерни стъкла покрити с магнезиев окис, многопластов филм с чувствителен горен слой, водо- и маслено чувствителна хартия, фотографска хартия или самите листа на растенията. При последния случай в работната течност се прибавя флуоресциращо вещество.

Заключение

Химическата растителна защита в настоящия момент и в близко бъдеще ще бъде основен подход за получаване на повече и по качествена земеделска продукция.

Основен метод за нейното прилагане се явява пръскането на растенията с различни разходни норми и качество на капковото покритие съобразно третирания обект.

Възможен начин за производство на капки с желани параметри и реализиране разходни норми и параметри на капките съобразно изискванията на конкретния неприятел е технологията на контролираното капково покритие

Литература

1. Присадашки, Ц., Г. Костадинов, С. Дончев и др. Изследване влиянието на капковото покритие върху ефективността при пръскане с мотоделтапланер, Селскостопанска техника, 1996, №7-8, стр.13-17
2. Проспекти от фирмите : Tifone, Agrotecnica, Holder, Berthoud, Alman, Evrard, Hardi.
3. Димитрова Е., Изследване на ротационни разпръсквачи за щангови пръскачки, Дисертация, 2021, 112стр.
4. Костадинов, Г., Добри практики за механизация на растителната защита, София, 60 стр.
5. Костадинов, Г., Тасев Г., Механизация на растителната защита, София 2014,71стр.
6. Patricia K. Freeman, Robert S. Freeland, 2015, Agricultural UAVs in the U.S.: potential, policy, and hype, Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2(2015), 35–43.

ТЕХНИЧЕСКО РЕШЕНИЕ ЗА МЕХАНИЗИРАНА СТРАНИЧНА РЕЗИТБА В БЛИЗОСТ ДО ПОЧВЕНАТА ПОВЪРХНОСТ 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“ - София (България)
[2] гр.Крън – розопроизводител

sn.bozhkov@issapp-pushkarov.org

Резюме

Страничната резитба в насаждения с маслодайна роза цели намаляване на широчината на храстите за подобряване на условията за провеждане на операциите от технологичния процес, свързани с грижите за растенията и бране на розовия цвят. Недостатък на използваната земеделска техника за нейното извършване е, че не позволява изрязването на нискоразположени полегнали в междуредията розови стъбла. Отрязването им в реалната практика се осъществява ръчно, което изисква наличието на значителен трудов и времеви ресурс.

В доклада са представени резултати от етап на изследване върху създаването на работна земеделска машина за странична резитба, изразяващ се в разработването на идеен проект на техническо решение за механизирано вертикално отрязване в близост до почвената повърхност на полегнали в междуредията стъбла от розови храсти. Проведените предварителни разчети показват, че успешното приключване на изследванията върху разработването на машината и нейното внедряване в розопроизводството ще позволи да се повиши производителността на резитбената операция десетки пъти, независимо от условията на експлоатация.

Ключови думи: маслодайна роза, полегнали розови стъбла, странична резитба, механизиране, идеен проект, земеделска машина, производителност.

TECHNICAL SOLUTION FOR MECHANISED SIDE PRUNING CLOSE TO THE SOIL SURFACE IN OIL-BEARING ROSE PLANTATIONS

Snezhan Bozhkov[1], Atem Kachanov[2], Tsonka Giorina[1]

[1] Nikola Pushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection - Sofia (Bulgaria)
[2] town of Kran (Bulgaria) - rose producer

Abstract

Side pruning in oil-bearing rose plantations aims to reduce the width of the bushes to improve the conditions for carrying out the operations of the technological process related to the care of the plants and the harvesting of the rose flowers. A disadvantage of the agricultural technique used for its implementation is that it does not allow the cutting of low-lying rose stems lying between the rows. Their cutting in real practice is carried out manually, which requires the presence of a significant labor and time resource.

The report presents the results of a stage of research on the creation of an agricultural machine for side pruning, which is expressed in the development of a conceptual project of a technical solution for mechanized vertical cutting close to the soil surface of stems lying in the interrows. The conducted preliminary calculations show that the successful completion of research on the development of the machine and its implementation in rose production will allow to increase the productivity of the pruning operation tens of times, regardless of the operating conditions.

Key words: oil-bearing rose, rose stems lying in the inter-rows, side pruning, mechanization, conceptual project, agricultural machine, productivity.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ БОКОВОЙ ОБРЕЗКИ В БЛИЗОСТИ К ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ НА ПЛАНТАЦИЯХ МАСЛИЧНОЙ РОЗЫ

Снежан Божков[1], Атем Качанов[2], Цонка Гьорина[1]

[1] Институт почвоведения, агротехнологий и защиты растений им. Н. Пушкарова - София (Болгария)
[2] гр.Кран, Болгария – производитель роз

Резюме

Боковая обрезка в плантациях масличной розы направлена на уменьшение ширины кустов для улучшения условий проведения операций технологического процесса, связанных с уходом за растениями и сбором цветков розы. Недостатком сельскохозяйственной техники, используемой для ее реализации, является то, что она не позволяет срезать низкорасположенные стебли роз, лежащие между рядами. Их обрезка в реальной практике осуществляется вручную, что требует наличия значительного ресурса труда и времени.

В докладе представлены результаты этапа исследования по созданию сельскохозяйственной машины для боковой обрезки, который выражается в разработке концептуального проекта технического средства для механизированной вертикальной обрезки стеблей, лежащих в междурядьях. Проведенные предварительные расчеты показывают, что успешное завершение исследований по разработке машины и внедрение ее в розоводство позволит повысить производительность операции обрезки в десятки раз, независимо от условий эксплуатации.

Ключевые слова: масличная роза, лежащие в междурядьях стебли роз, боковая обрезка, механизация, концептуальный проект, сельскохозяйственная машина, производительность.

Въведение

Резитбите в насаждения с маслодайна роза целят формиране на здрави храсти за постигане на високи добиви от качествен розов цвят, но се извършват и такива, чиято цел е облекчаване условията за реализиране на операциите от технологичния процес при отглеждането на растенията. В по-голямата си част позволяват механизирано провеждане.

Страничната резитба в розовите насаждения може да бъде отнесена към втория тип. Състои се в намаляване на широчината на храстите за подобряване на условията за полагане на грижите за растенията и брането на цвета. Провежда се механизирано след розобера и при нужда напролет. Недостатък на използваните за нейното извършване в българското розопроизводство машини за контурна резитба,

както от местни разработки (Kanev et al., 2005), така и на утвърдени фирми за земеделска техника като *Orizzonti*[5], *Sanidas*[6] и др. е, че не позволяват изрязването на нискоразположени полегнали в междуредията розови стъбла. Причината - ограничението за минимална височина на разположение на режещите елементи на машините, налагано от неравностите на почвената повърхност. Отрязването на нискоразположените полегнали в междуредията стъбла в реалната практика се осъществява ръчно, което изисква наличието на значителен трудов и времеви ресурс.

С активното участие на представители от розопроизводителната практика в рамките на научноизследователския план на Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“ се провежда научно изследване върху създаването на земеделска машина за резитба на нискоразположените полегнали в междуредията стъбла на розови храсти. В доклада са представени резултати от етапа на изследването, чиято цел е разработване на идеен проект за техническо решение за механизирано вертикално отрязване в близост до почвената повърхност на полегналите розови стъбла.

Методи и средства

Научното изследване върху създаването на земеделска машина за резитба на нискоразположени полегнали в междуредията на насаждения с маслодайна роза стъбла (наричана оттук нататък още „*машина за резитба на полегнали розови стъбла*“) е от типичните за инженерната практика. Основава се на общите принципи на проектиране при създаване на технологии и машини за земеделието (Georgiev, 1985; Vezirov et al., 2004; Mastinu et al., 2006; Borisov, 2019) и включва всички етапи при разработването на технически средства за механизация в земеделието, в т.ч. събиране на информация, издигане на хипотеза, изготвяне на идеен проект за техническо решение, обосноваване на параметрите на машината, изработване на опитен образец и неговото изпитване за конструктивна здравина, функционална пригодност и ефективност при работа в реални условия.

Провеждани през годините рано напролет наблюдения в насаждения с маслодайна роза установяваха обичайните за периода полегали стъбла в пространствата между редовете с храсти. Броят им беше значителен особено когато предната година след розобера не бе извършена резитба, а през зимата имаше обилен снеговалеж. Машините за странична резитба не успяваха да скъсят нискоразположените полегнали розови стъбла до размери, които да не препятстват полагането на грижи за растенията, въпреки наличието на извити нагоре участъци от стъблата в близост до техните основи.

След анализ на проблемната ситуация и възможностите за нейното решаване от конструктивна гледна точка е издигната хипотеза, че „*нискоразположените полегнали в междуредията розови стъбла е възможно да бъдат срязвани в зоната на извитите им участъци с техническо средство, режещият елемент на което е позициониран под короните на розовите храсти на разстояние по вертикалата, безопасно от контакт с почвената повърхност“.*

Идейният проект за техническо решение на земеделската машина е разработен на основата на публикувана информация (Staykov, 2003; Atanasova et al., 2004; Nedkov et al., 2005; Doncheva, 2020) и данни от лични наблюдения (Bozhkov et al., 2020), отнасящи се до морфологичните особености на маслодайното растение, спецификата на резитбената дейност при розовите храсти, терените и технологичните схеми за изграждане на розовите насаждения. В съответствие с

[5] https://tractor.bg/product/trimer-za-rozi-orizzonti-75377
[6] https://tigeragri.com/product-category/produkti/maschini-eterichnomasleni/sanidas/mashini-konturnarezidba/

идейния замисъл разработваната машина е от тип „работен инвентар“. Предвидено е да се използва в условията на розопроизводителната практика в състава на машинно-тракторен агрегат (МТА) след агрегатиране към задния навесен механизъм на земеделски трактор, допустим за експлоатация в розови насаждения.

При разработване на техническото решение за резитба на полегнали розови стъбла е отчетено, че мястото на срязване трябва да не е извън зоната под короните на храстите, което налага създаването на работна машина с несиметрична конструкция с изнесен встрани режещ работен орган. Формата и разположението на режещия елемент трябва да не допуска контакт с почвената повърхност. За осигуряване на безаварийна и ефективна работа върху наклонени терени с неравен профил, върху каквито обикновено се отглежда маслодайната роза, е прието машината за резитба на полегнали розови стъбла да е от полунавесен тип с изнесено встрани копиращо почвената повърхност ходово колело.

Резултати и използването им в практиката

Идеен проект за техническо решение

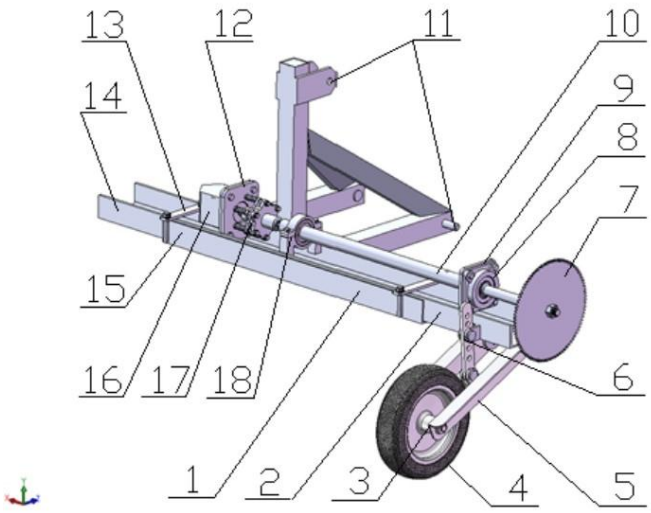
На фиг. 1 е представен идеен проект за техническо решение на земеделска работна машина за резитба на нискоразположени полегнали в междуредията на насаждения с маслодайна роза стъбла. Разработен е съобразно издигнатата хипотеза, на базата на събраната информация по проблема и с отчитане на изискванията, налагани от технологията на отглеждане и особеностите на развитие на маслодайната култура.

Техническото решение на машината за резитба на полегнали розови стъбла включва: носеща рама (1), резитбен модул (2), опорно-ходова част (3). Носещата рама (1) се състои от носеща греда (15), към която е захванатата конструкция с оформена в предната й част триточкова стойка (11) за присъединяване към навесна система на трактор. От външната страна на носещата греда (15) са прихванати шпилките на планковия фиксатор (13), осигуряващ посредством притискаща планка неподвижна връзка между носещата греда (15) и модулната греда (14).

Резитбеният модул (2) се състои от модулна греда (14), върху която с помощта на фланец (12) е монтиран хидродвигател (16) за задвижване чрез вал (10) на режещия елемент (7). Задвижващият вал (10) лагерува в две опори, захванати към модулната греда (14) - предната (8) посредством фланец (9), задната (18) директно. Свързан е с хидродвигателя (16) чрез предпазен съединител (17). Резитбеният модул (2) позволява, след разхлабване на двата планкови фиксатора (13), да бъде преместван по отношение на носещата рама (1) за безстепенно позициониране на режещия елемент (7) по отношение на храста.

Опорно-ходовата част (3) се състои от вилков тип колесна рама (5), захванатата шарнирно към долната страна на модулната греда (14), ходово колело (4) и регулиращо устройство (6) за позициониране на режещия елемент (7) по отношение на почвената повърхност. Показаното на фиг. 1 изпълнение на регулиращо устройство позволява степенно позициониране на режещия елемент (7) на пет нива над почвената повърхност. Регулиращото устройство може да бъде от кулисен тип, който би осигурил безстепенно регулиране на положението на режещия елемент.

В разработеното техническо решение на земеделска работна машина за резитба на полегнали в междуредията розови стъбла е предвидено всички въртящи се елементи от конструкцията да бъдат обезопасени с подходящи предпазни средства (на представения на фиг.1 идеен проект за техническо решение не са показани).



Фигура 1. Идеен проект за техническо решение на земеделска работна машина за резитба на полегнали в междуредията розови стъбла
1 – носеща рама; 2 – резитбен модул; 3 – опорно-ходова част; 4 – опорно колело; 5 – колесна рама; 6 – регулиращо устройство; 7 – режещ елемент; 8 – предна лагерна опора; 9 – фланец лагерна опора; 10 – задвижващ вал; 11 – триточкова стойка; 12 – фланец хидродвигател; 13 – планков фиксатор; 14 – модулна греда; 15 – носеща греда; 16 – хидродвигател; 17 – предпазен съединител; 18 – лагерна опора задна.

Figure 1. Conceptual project for a technical solution of an agricultural machine for pruning rose stems lying in the inter-rows
1 – carrying frame; 2 – pruning module; 3 – support-running part; 4 – support wheel; 5 – wheel frame; 6 – regulating device; 7 – cutting element; 8 – front bearing support; 9 – bearing support flange; 10 – drive shaft; 11 – hitch-point triangle; 12 – hydraulic motor flange; 13 – plank retainer; 14 – modular beam; 15 – supporting beam; 16 – hydraulic motor; 17 – safety clutch; 18 – rear bearing support.

Използване на машината за резитба на полегнали розови стъбла в практиката

Машината за резитба на полегнали в междуредията розови стъбла се предвижда да се използва в розопроизводството след агрегатирането ѝ към земеделски трактор. Размерите на присъединителните елементи от триточковата ѝ стойка трябва да кореспондират със съответните от тракторния навесен механизъм. Хидродвигателят се свърза посредством шлангове с хидросистемата на трактора.

За реализиране на технологичната операция резитбеният модул се измества в напречна посока, така че режещият елемент да се озове на границата на профила, оформен от короната на розовия храст, а резитбеният МТА да се движи безпроблемно в междуредието на розовото насаждение. Позицията на режещия елемент по отношение на почвената повърхност се наглася с помощта на регулиращото устройство на опорно-ходовата част, така че опорното колело, копирайки почвените неравности, да не допуска контакт на режещия елемент с почвата. Освен представения на фиг. 1 дисков вариант на изпълнение на режещия елемент са възможни и други варианти на изпълнение, като например с въртящи се ножове.

Техническото решение предвижда машината за резитба на полегнали розови стъбла да се транспортира във вдигнато (с помощта на тракторната навесна система) положение. При транспорт резитбеният модул може да бъде изместван по

посока на надлъжната равнина на симетрия на трактора, с което да се намали габаритната ширина на МТА, повиши неговата устойчивост и облекчи движението му по пътищата за обществено ползване.

Очакван икономически ефект

За предварителна оценка (макар и приблизителна) на икономическия ефект, а от там и целесъобразността от разработването и внедряването на машината за резитба на полегнали розови стъбла в практиката е прието, че дейността по изрязването на полегналите стъбла е еднакво енергоемка с тази при селективна резитба в розови насаждения, която също се изпълнява ръчно с цел отстраняване на сухата и поразена от агрилуса дървесина и прореждане на храстите за осигуряване на необходимите условия за развитие на розовите растения. Базирайки се на публикувани данни (Atanasova et al., 2004), информация от розопроизводители и лични наблюдения е установено, че при средно 10-15 броя основни стъбла с разклонения в розов храст подлежащи на премахване са приблизитено 2-3 броя. Проведен хронометраж по време на тестове в рамките на изследване върху създаването на техническо средство за пневматична селективна резитба в розови насаждения (Bozhkov et al., 2020) показа, че времето за подход към храста, отрязване на един летораст и неговото поставяне в товарната платформа на техническото средство заема 10-15 s. Следователно, един оператор за 1 min може да отстрани 4-6 обекта - толкова, колкото средно са в два съседни храста на един и същ ред. При средно разстояние на засаждане на розовите храсти в реда 1 m, операторът-резач може да измине за 1 час разстояние, което осигурява производителност на провежданата технологична операция в границите от 0,336 до 0,384 дка/час (0,0336 – 0,0384 ha/h) в зависимост от схемата, по която е формирано розовото насаждение (с междуредия 2,8 m; 3,0 m; 3,2 m). Абстрахирайки се от факта, че резитбата по време на цитираните тестове е реализирана с пневматични ножици, облекчаващи работата на операторите, и от това че броят на полегналите стъбла може да бъде по-голям, е изчислено, че при реалната за земеделската практика постъпателна скорост в полеви условия 5 – 10 km/h производителността на резитбения МТА ще е десетки пъти по-висока при сведени до минимум потребности от работна ръка и силно редуцирано време за изпълнение на технологичната операция.

Заключение

В розопроизводителната практика останалите след машинно проведена странична резитба полегнали в междуредията стъбла от храстите се изрязват от оператори-резачи, самопредвижващи се в розовите насаждения. Отрязването се извършва ръчно с помощта на механични ножици, което изисква наличието на значителен потенциал от време и работна ръка.

Резултатите от етапа на изследването, в рамките на който е разработен идеен проект на техническо решение за механизиране на резитбената операция, доказват реализуемостта му от конструктивна и технологична гледна точка. Не скъпата за изработка конструкция, несложната експлоатация и поддръжка, възможността за безпроблемно транспортиране в полеви условия и по пътищата за обществено ползване, значителният икономически ефект от използването й са убедителен аргумент за целесъобразността от разработването на работната земеделска машина.

Идейният проект за техническо решение е основа за провеждането на следващия етап от разработката, включващ теоретични изследвания за обосноваване на параметрите и определяне на материалите за изработване на

земеделска работна машина за резитба на нискоразположени полегнали в междуредията на насажденията стъбла от розови храсти.

Литература

Atanasova, M., Nedkov, N. (2004). Essential oil and medicinal plants. *Kameya*, Sofia (Bg).

Borisov, B. (2019). Application of the theory of similarity in the design of agricultural machinery. *Avangard Print-Ruse*, Ruse, Bulgaria, (BG).

Bozhkov, S., Kostadinov, G., Giorina, Ts. (2020). Technical solution for pneumatic selective pruning in rose plantations. Proceedings of the Scientific Forum with international participation "Ecology and agrotechnologies - fundamental science and practical implementation", volume 1, p.78-85, *ISSAPP "N.Poushkarov",* (Bg).

Doncheva, A. (2020). Oil-bearing rose. *Enyovche*, Sofia (Bg)

Georgiev, I. (1985). Design of agricultural machines. Ruse, Bulgaria (Bg).

Kanev, K., Nedkov, N., Todorov, M., Tsachev, S., Georgiev, G. (2005). Mechanization and Irrigation in Essential Oil and Medicinal Crops. – Helikon, Kazanlak, Bulgaria (Bg).

Mastinu, G., Gobbi, M., Miano, C. (2006). Optimal Design of Complex Mechanical Systems. *Springer-Verlag Berlin*, Heidelberg, Germany

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, Bulgaria (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, Bulgaria (Bg).

https://tractor.bg/product/trimer-za-rozi-orizzonti-75377

https://tigeragri.com/product-category/produkti/maschini-eterichnomasleni/sanidas/mashini-konturnarezidba

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНИ ЗА ОФОРМЯНЕ НА ЛЕХОБРАЗДОВА ПОВЪРХНОСТ ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА ЗЕЛЕНЧУКОВИ, ЯГОДОПЛОДНИ, ЕТЕРИЧНО МАСЛЕНИ И ЛЕЧЕБНИ КУЛТУРИ

Иван Мортев, Спиридон Стоев

ИПАЗР „Никола Пушкаров“ – София

ivan_mortev@abv.bg, sid_stoev@abv.bg

Резюме

Анализирани са технологии и машини за оформяне на лехобраздова повърхност, полагане на мулчиращо фолио и капкови маркучи за напояване. Разгледани са различни методи и работни органи за оформяне на различните видове лехи, полагане на капкови поливни маркучи, и мулчиращо фолио. Отбелязани са предимствата и недостатъците на технологиите на отглеждане върху различните лехи. Дадени са препоръки за оптимални профили и схеми на лехобраздово отглеждане на културите.

Ключови думи: лехообразуване, механизирано лехообразуване, технологии за лехообразуване, лехообразувател.

TECHNOLOGIES AND MACHINES FOR THE FORMATION OF ROW FURROWING BED SURFACES FOR GROWING VEGETABLES, BERRIES, ESSENTIAL OILS AND MEDICINAL CROPS

Ivan Mortev, Spiridon Stoev

IPAZR "Nikola Pushkarov" – Sofia

ivan_mortev@abv.bg, sid_stoev@abv.bg

Abstract

Technologies and machines for forming a bed surface, laying mulch film and drip irrigation hoses are analyzed. Different methods and working bodies for shaping the different types of beds, laying of mulch film, and drip irrigation hoses are considered. The advantages and disadvantages of cultivation technologies on different beds are noted. Recommendations are given for optimal profiles and schemes of bed-forming cultivation of the crops.

Key words: bed formation, mechanized bed formation, bed formation technologies, bed former.

Въведение

В зеленчукопроизводството освен универсалните почвообработващи машини е необходимо да се използват специализирани машини за подготовка на почвата за отглеждане на зеленчуци. Използването на тези машини се определя от технологичната основа на отглеждане на зеленчуците. Известни са няколко технологии на отглеждане на зеленчуковите култури (Боев, 2014): върху равна повърхност, браздова повърхност, лехобраздова повърхност, лехобраздова

повърхност с мулчиране на лехата, лехобраздова повърхност с мулчирана леха и капково напояване.

Технологии на отглеждане на зеленчуците

Равна повърхност

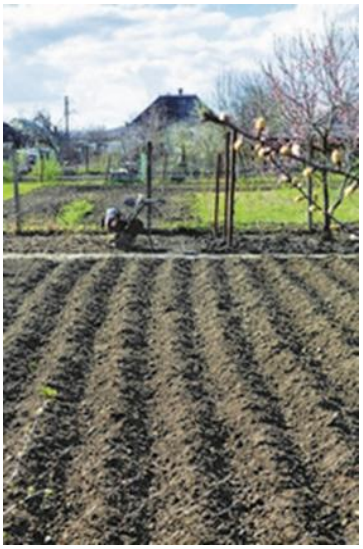


Фигура 1. Равна повърхност

Отглеждането на зеленчуковите култури на равна повърхност (фиг. 1) има това предимство, че при него се осигуряват условия за качествено механизирано извършване на сеитбата и засаждането. Това от своя страна прави възможно механизирането на почти всички производствени процеси. Практиката показва, че наред с тези положителни страни от агротехническа гледна точка отглеждането на равна повърхност има съществени недостатъци. Сериозен недостатък е този, че при нея не се осигурява възможност за гравитачно поливане след сеитбата или разсаждането. Поради това при засушаване през пролетта, а това е характерно за нашата страна, често много култури, отглеждани чрез сеитба поникват нередовно. Вследствие на това обстоятелство не се осигурява необходимият брой растения на единица площ. Освен това нередовното и неедновременното поникване на дадена култура води до неравномерно развитие на растенията и голяма част от тях закъсняват с плододаването или с формирането на продуктивната си част. Последното се отразява крайно неблагоприятно върху качеството на продукцията и върху общия добив.

През годините с прохладна и влажна пролет, високата влажност и сравнително ниската температура се отразяват крайно неблагоприятно върху развитието на растенията, особено върху топлолюбивите култури (доматите, пипера, фасула, краставиците и др.). Почвената температура при равна повърхност през слънчевите дни е с 4 до 6°C по-ниска от температурата на профилираната повърхност. Равната повърхност изпарява значително по-малко вода, което се отразява върху влажността на почвата и нейното затопляне. Всички тези недостатъци правят равната повърхност по-малко подходяща за отглеждането на зеленчуковите култури в нашата страна.

Браздова повърхност



Фигура 2. Браздова повърхност

С оглед да се отговори по-пълно на някои агротехнически изисквания редица зеленчукови култури (ранните домати, пипера, патладжана и др.) се засаждат ръчно върху предварително набраздена повърхност (фиг. 2). Браздовото отглеждане има някои агротехнически предимства пред отглеждането на равна повърхност. При него независимо от фазата на развитие на растенията, ако е необходимо, винаги може да се извършва поливане. Особено важно е това, че при браздовата повърхност горният хоризонт на почвата през пролетта се затопля бързо, което позволява засаждането на топлолюбивите култури да се извършва в по-ранни срокове. Благодарение на профила, който се създава при браздовата повърхност, излишната влага през пролетта се изпарява много по-бързо, а това води до затопляне на почвата и до рязко подобряване на въздушния и температурния режим.

Наред с агротехническите предимства браздовото отглеждане на зеленчуковите култури има и сериозни недостатъци. Механизирането на производствените процеси при него или се затруднява, или изобщо е невъзможно.

Борбата с плевелите по механизиран начин не е възможна. Растителната защита също е затруднена поради невъзможността да се работи механизирано.

Лехобраздова повърхност

Отглеждането на лехобраздова повърхност включва положителните страни на отглеждането на равна повърхност и браздовото отглеждане. Неговата същност се състои в това, че преди сеитбата или засаждането на културите площта се профилира. У нас широко е разпространена лехобраздовата повърхност, профилът на която се състои от бразди и лехи, заградени от двете страни с тирове и лехобраздова повърхност, състояща се от бразди и равни фрезовани лехи.

Главното предимство на лехобраздовия начин на отглеждане е това, че при него се създават благоприятни условия за механизирано извършване на всички производствени процеси от сеитбата до прибирането на продукцията, тъй като колелата на агрегатите се движат в браздата. От друга страна, при лехобраздовата повърхност се създават и много благоприятни условия за дружно поникване на

семената и нормално развитие на растенията. При нея всички зеленчукови култури се засяват на точно определена дълбочина при значително по-ниски сеитбени норми. Това се отнася особено за културите с дребни семена.

При лехобраздовата повърхност, благодарение на профила, който се получава, се подобряват значително температурният, водният и въздушният режим на почвата. Така например през пролетта, когато почвата е още студена, температурата в горния хоризонт на дълбочина 5-10 cm се повишава в слънчеви дни с 5-8° С, а влажността спада много бързо до оптималната за нормалното поникване и развитие на растенията. По такъв начин лехобраздовата повърхност позволява сеитбата и засаждането на ранните зеленчукови култури (доматите, граха, лука, зелето и др.) да се извърши по-рано в най-благоприятни агротехнически срокове.

Лехобраздовата повърхност позволява да се полива гравитачно по браздите или в лехите при лехите с берми.

Лехобраздова повърхност с висока дъгообразна леха

Високата дъгообразна леха (фиг. 3) (https://youtu.be/XJNWglyRK08) представлява параболично профилирана лехо-браздова почвена повърхност с различна за различните култури широчина и височина. Подходяща е за отглеждане на зеленчукови, етерично-маслени, лечебни, декоративни и други култури. Новите технологии, свързани с намаляване на ръчния труд, обуславят отглеждането на култури без конструкция без намаляване на добивния им потенциал.



Фигура 3. Висока дъгообразна леха с мулч

Предимствата на високата дъгообразна леха са:

1. С параболичното повдигане на лехата за корените на растенията се осигурява по-голям обем и височина на активния почвен слой, което води и до образуването на по-голям обем корени на отглежданите култури. Очакваното повишение е около 8-10 см /35-40%/ в сравнение с високата равна леха, която се използва по-често засега.

2. Под въздействието на положителния геотропизъм на корена и конкуренцията между отделните разклонения, горния контур на корена придобива параболична форма. Параболично оформена високата дъгообразна леха е най-близка като форма с горния контур на корените на отглежданите култури, което осигурява най-добро функциониране на кореновата система и по-пълноценно използване на торовете и водата. При отглеждане на култури на висока равна леха корена не придобива формата на лехата и част от торовете и водата остават неоползотворени.

3. Горния контур на овлажняване на почвата при напояване също придобива параболична форма, което води до по-благоприятен за растенията водно-въздушен режим. Осигурява се равномерно овлажняване на почвения слой без преовлажнени или сухи зони, както при отглеждане на бразди.

4. При почвена повърхност оформена като висока дъгообразна леха страничните наклони са по-големи в сравнение с високата равна леха и дъждовните води се дренират по-бързо, като по този начин земеделските култури, чийто плодове лежат на почвената повърхност са по-предпазени от болести и неприятели.

5. При екстремални валежни количества вода земеделските култури са по-добре защитени от преовлажняване, тъй като стоят на върха на високата дъгообразна леха и са на по-високо ниво в сравнение с околната повърхност. След оттегляне на екстремално високите води, растенията ще се възстановяват по-бързо.

В съчетание с капково напояване и използване на мулчфолио, ефекта от използване на висока дъгообразна леха се увеличава поради допълнително подобряване на водно-въздушния режим на активния почвен слой и разгръщане на добивния потенциал на отглежданите земеделски култури.

Машини за оформяне на лехобраздова повърхност

Лехообразуватели

Профилирането на почвата е заключителния етап от подготовката на почвата за сеитба и садене на зеленчукови култури.

Профилирането на почвата в зеленчукопроизводството и производството на ягодоплодни култури се извършва основно с фрезови лехообразуватели (фиг. 4). Те могат да се използват за профилиране на почвата на високи лехи подготвяйки повърхностният слой за сеитба, а също така може да се използва за подготовка на почва без лехи. Основните елементи на лехобразувателя са: профилиращи дискове 1; рама с навесно устройство 2; фрезов барабан с ножове 4; заравняващ капак 5; торовнасящ апарат.



а б

Фигура 4. а) Фрезов лехообразувател; б) форми на лехобраздова повърхност.

ПРИНЦИП НА РАБОТА НА ЛЕХООБРАЗУВАТЕЛЯ:

Фрезов ротор работещ срещу посоката на движение с фрезови ножове обработва почвата на дълбочина 20-23 см. В почвата влиза гребен, който отделя и задържа камъните, които са в нея.

Задвижването на фрезовия барабан, торовите апарати и др. се извършва от ВОМ зъбно-верижни предавки и от конусен и цилиндричен зъбен редуктор. За предпазване на механичните части лехообразувателя има предпазен съединител.

Задния заравняващ капак е с регулируем наклон заострен от двете страни, който позволява да се направи по-компактна леха висока в центъра и по -ниска от двете страни, за да се получи по-добро отвеждане на водата при дъжд, както и да се получи хомогенна почва за културите (фиг.4 б). Машините могат да бъдат допълнително оборудвани с хидравличен цилиндричен валяк за работа в една или

повече лехи. Повечето лехообразуватели имат възможност да се оборудват със следните допълнителни устройства: комплект за оформяне на леха с размери 60-80-120 см; хидравличен цилиндричен валяк оформящ лехата (от 1 до 7 реда); конусно ролков хидравличен валяк; комплект независима хидравлична система; комплект мулч - полагащо устройство с макара за разгъване на маркуч за капково напояване; макара за един маркуч за капково напояване; апарат за внасяне на изкуствен тор; колела за перфориране на мулчфолиото с възможност за корекция на разстоянието.

На Фиг. 5. (https://youtu.be/grpEW9VPS_w) е показан комбиниран лехообразовател с пасивни работни органи, торене, полагане на мулчфолио, маркучи за капково напояване и перфориране на фолиото за засаждане на културите. Има и машини които не са оборудвани с устройства за перфориране на мулчфолио а полагат предварително перфорирано (фиг.6) (https://youtu.be/1acArfqpmqI)



Фигура 5. Комбиниран лехообразовател с пасивни работни органи, торене, полагане на мулчфолио, маркучи за капково напояване и перфориране на фолиото за засаждане на културите.



Фигура 6. Комбиниран лехообразовател с пасивни работни органи, торене, полагане на предварително перфорирано мулчфолио, маркучи за капково напояване

На фиг. 7 (https://www.youtube.com/watch?v=rkRyc0-oVvQ) и фиг. 8 (https://youtu.be/yBNs0ALbiWs) са представени лехообразователи с комбинация с полагане на мулчиращо фолио, на фиг. 8 загърлящите работни органи са еластично закрепени към рамата на машината.

На фиг. 9 (https://youtu.be/YEIYNrFDWKk) машината за полагане на фолио работи върху предварително формирана леха прикачена е към универсален трактор и полага 2 маркуча за капково напояване



Фигура 7. Лехообразуване с мулчиране



Фигура 8. Лехообразуване с мулчиране



Фигура 9. Мулчиране върху предварително подготвена леха



Фигура 10. Машина оформяща висока дъгообразна леха фиг.3 и валиране на лехата

Върху равна повърхност прикачена към мотокултиватор едновременно оформя висока леха и полага фолио машината представена на фиг. 11. (https://youtu.be/TzKjM1QlY64) (https://youtu.be/T88ZmXH1lF4) (https://www.youtube.com/watch?v=FgtRnJscoEI). Машината работи върху фрезована равна повърхност. Чрез шнекови работни органи които събират почвата и оформя висока леха. Еластично закрепени работни секции състоящи се от притъпкващи фолиото колела и зариващи дискове.



Фигура 11. Комбиниран лехообразувател за мотокултиватор с шнекови работни органи оформящи лехата



Фигура 12. Полагане на фоолио в оранжерия

Комбинираните машини работят и в култивационни съоръжения. На фиг.12 се вижда агрегат работещ в оранжерия като полага мулчфолио върху предварително оформена леха (https://youtube.com/shorts/P7YU62d4SPY?feature=share, https://youtube.com/watch?v=CeWJ3wUqoWY&si=q-EIZsfpI6YQBtNl).

Според разположението на пасивните работни органи оформящи лехата те могат да работят хоризонтално под повърхността на почвата на определената дълбочина (фиг.13) (https://youtube.com/watch?v=PBkYbFDOevk&feature=shar).



Фигура 13. Комбиниран лехообразувател с хоризонтални работни органи



Фигура 14. Машина за оформяне на лехи на полската фирма „Сардим“

Полската фирма „Садрим“ (http://www.sadrim.pl/maszyna-do-zagonow/) предлага Машина за оформяне на лехи (фиг 14). Машината оформя леха и след това разстила фолиото върху нея и го закрепва, като го покрива с почва с помощта на два диска, като едновременно с това развива лента за напояване под фолиото. Колелата за опъване на фолиото, ботушите и дисковете могат да се регулират вертикално и хоризонтално, така че машината може да се адаптира към индивидуалните нужди. Отглеждането на повдигнати лехи, покрити с фолио, означава максимално намаляване на плевелите, повишаване на производителността и качеството на реколтата, но и по-малък риск от наводняване на посевите при неблагоприятно време.

Комбинираните лехообразуватели могат да формират и няколко лехи (фиг. 15) (https://youtube.com/watch?v=-iSnW9FpOao&si=KbC1F2WyPdT2aVXO)

Според вида на работните органи има машини с дискови зариващи работни органи (https://youtube.com/watch?v=un7_NVGKVrE&si=zQas9gakU5XF4b5i) (фиг.16) и машини с лемежни зариващш работни органи (фиг. 17) (https://youtube.com/watch?v=SuUd1VLQ1d0&feature=share) (https://youtu.be/4uylxX9yoZ0) (https://youtube.com/watch?v=EQKXuKm67lI&feature=share).



Фигура 15. Триредов лехообразувател



Фигура 16. Машина с дискови работни органи



Фигура 17. Машина с лемежни работни органи



Фигура 18. Подмяна на ролката в движение

Съществуват варианти на високо скоростни машини за полагане на фолио дори подмяна на ролката от фолио в движение (фиг. 18) https://youtube.com/watch?v=P3nniW8zzDs&si=MBdXeohpVR6PtMNv

Друг принцип на формиране на лехобраздова повърхност е чрез движение на два ротора с лопатки движещи се в противоположни посоки и събиращи почвата в средата. Роторите приемат движение от вала за отнемане на мощност от трактора (фиг. 19) (https://youtu.be/hjK0z2bKkXw). На фиг. 20 е показан друг принцип на полагане на мулчфолио който позволява много малко разстояние между лехите (https://youtube.com/watch?v=hso_nUcfnBg&feature=share) при този метод фолиото се забива в почвата чрез дискове и почвата в браздата се уплътнява чрез притъпкващи колела.



Фигура 19. Лопатков лехообразувател



Фигура 20. Полагане на мулчфолио на близко разстояние

Друг вариант на формиране на лехобраздова повърхност с активни работни органи е показаната на фиг. 21 машина която фрезова повърхността на лехата и полага мулчфолио (https://youtube.com/shorts/6ss_n0KOu44?feature=share)

Анализа на различни варианти на комбинирани и некомбинирани машини за формиране на лехобраздова повърхност, торене и обогатяване на почвата с хранителни вещества, полагане на маркучи за капково напояване и мулчфолио, перфориране на мулчфолиото или полагане на предварително перфорирано мулчфолио показва, че съществуват множество варианти на машини и работни органи реализиращи тази технология на отглеждане на зеленчукови, ягодоплодни етерично-маслени и лекарствени култури. По разгледаната тема се работи интензивно което е ясно от многото разгледани варианти. Недостатъчни са научните изследвания по темата източниците са предимно практически реализации на различни конструкции. Не са изследвани процесите които протичат в растежа и развитието на културите при отглеждане върху различните технологии на формиране на този вид повърхност. Липсват научни изследвания на разгледаните машини и научно – обоснована технология за най-оптималния вариант за реализиране на технологията.



Фигура 21. Комбинирана машина извършваща фрезоване

Заключение

От известните технологии на отглеждане на зеленчуковите култури най – преспективна е лехобраздовата повърхност на почвата с мулчирана висока дъгообразна леха и капково напояване. За реализирането на тази технология освен традиционните машини за обработка на почвата са необходими и специализирани машини които формират лехобраздова повърхност с висока дъгообразна леха, полагат маркучи за капково напояване и мулчфолио. Съществуват различни машини за извършване на тези агротехнически операции в различни комбинации на изпълнение на мероприятията свързани с реализацията на тази технология на отглеждане. Най-икономически съобразно е комбинираното изпълнение на операциите. Най-подходящи машини за формиране на лехобраздова повърхност с висока дъгообразна леха, положени маркучи за капково напояване и покрита с мулчфолио са комбинираните машини изпълняващи трите агротехнически мероприятия едновременно.

Литература

1. Кардам Боев, Почвената повърхност, Български фермер, март 2014. https://www.bgfermer.bg/Article/3845464
2. Каталог на фирмата „Садрим“ Полша http://www.sadrim.pl/maszyna-do-zagonow/
3. https://youtube.com/watch?v=-iSnW9FpOao&si=KbC1F2WyPdT2aVXO
4. https://youtube.com/watch?v=P3nniW8zzDs&si=MBdXeohpVR6PtMNv
5. https://youtube.com/watch?v=un7_NVGKVrE&si=zQas9gakU5XF4b5i
6. https://youtube.com/watch?v=CeWJ3wUqoWY&si=q-EIZsfpI6YQBtNl
7. https://youtu.be/4uylxX9yoZ0
8. https://youtube.com/watch?v=SuUd1VLQ1d0&feature=share
9. https://youtube.com/watch?v=EQKXuKm67lI&feature=share
10. https://youtu.be/hjK0z2bKkXw
11. https://youtu.be/XJNWglyRK08
12. https://youtube.com/shorts/6ss_n0KOu44?feature=share
13. https://youtube.com/watch?v=hso_nUcfnBg&feature=share
14. https://youtu.be/yBNs0ALbiWs
15. https://youtu.be/YEIYNrFDWKk
16. https://youtu.be/TzKjM1QlY64

17. https://youtu.be/T88ZmXH1lF4
18. https://youtu.be/1acArfqpmqI
19. https://youtube.com/watch?v=PBkYbFDOevk&feature=shar
20. https://youtube.com/watch?v=PBkYbFDOevk&feature=share
21. https://youtube.com/shorts/P7YU62d4SPY?feature=share
22. https://youtu.be/ZDU8coIdICk
23. https://youtu.be/EBWKOGJ-Ha8

ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИТЕ НОРМИ НА НАПОЯВАНЕ И ТОРЕНЕ ВЪРХУ КАЧЕСТВЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПЛОДОВЕТЕ НА ТРИ ГЕНОТИПИ ОРАНЖЕРИЙНИ ДОМАТИ

Виктория Кънчева[1], Румяна Кирева[1], Михо Михов[1], Иван Мортев[1], Даниела Ганева[2], Иванка Триградска-Мендева[2], Станислава Грозева-Тилева[2]

[1]Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров – гр. София
[2]Институт по зеленчукови култури „Марица“ – гр. Пловдив

INFLUENCE OF DIFFERENT RATES OF IRRIGATION AND FERTILIZATION ON THE QUALITY INDICATORS OF THE FRUITS OF THREE GENOTYPES OF GREENHOUSE TOMATOES

Viktoriya Kancheva[1], Rumyana Kireva[1]*, Miho Mihov[1], Ivan Mortev[1], Daniela Ganeva[2], Ivanka Tringovska-Mendeva[2], Stanislava Grozeva-Tileva[2]

[1]Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection "Nikola Poushkarov" – Sofia
[2]Institute of Vegetable Crops "Maritsa", Plovdiv

**E-mail: viktoriq.kuncheva@gmail.com*

Резюме

За да се установи влиянието на различните норми на напояване и торене върху качествените показатели на плодовете от три генотипа домати през 2022 година са проведени изследвания в експерименталното поле на ИЗК “Марица” – Пловдив в неотопляема стоманено-стъклена оранжерия тип Venlo. Опитът е изведен при три режима на напояване – оптимално, редуцирано и увеличено напояване – 100%, 75% и 125% с използване на водоспестяващи технологии за напояване и три режима на торене – оптимално, редуцирано и увеличено торене – 100%, 75% и 150%.

Установи се, че намаляването на водното съдържание води до леко увеличение на сухото вещество, общото разтворимо сухо вещество (TSS) и съдържанието на витамин С, докато вариращата норма на тор не променя значително изследваните характеристики. Качеството на доматените плодове се влияе по-силно от напояването, отколкото от нивата на торене. Титруемата киселинност и pH се различават между сортовете, но не и между приложените обработки. Най-високите стойности на съдържанието на сухо вещество, TSS и витамин С са наблюдавани при вариантите с ниски норми на напояване и оптимално торене (75%W и 100%F). Установени са силни положителни корелации между сухото вещество, TSS и витамин С, докато е установена силна отрицателна корелация между твърдостта на плода и сухото вещество, TSS и витамин С.

Факторът Генотип оказва най-силно въздействие върху изследваните показатели на качеството на доматените плодове като по слабо, но доказано е въздействието на индивидуалните фактори поливна норма и норма на торене върху сухото вещество, съдържанието на разтворими твърди вещества и витамин С. С най-високо качество на плодовете се отличава сорт Pink rock, следван от Malduo. С най-ниски стойности за повечето от показателите за качеството е сорт Hayet.

Ключови думи: Оранжерийни домати, напояване, торене, качество на добива, сухо вещество, витамин С, общо разтворими твърди вещества, твърдост на плода.

Въведение

Отглеждането на домати играе голяма роля в земеделието, като важен източник на основни хранителни вещества и допринася за продоволствената сигурност. За да се увеличи производството и качеството на домати, трябва да се вземат предвид различни фактори, включително усвояването на хранителни вещества и управлението на напояването (Del Amor et al., 2001).

Контролът на водата и торовете са два важни фактора, свързани с добива и качеството на доматите, но при завишаване на количеството на поливната вода и торовите норми може да доведе до по-ниска ефективност на използването на водата и торовете, замърсяване на околната среда и натрупване на нитрати, което налага търсенето на оптимален режим на напояване и торене. (Ritsema,et al, 2022), (Bai, C. et al, 2023), (Alordzinu et al, 2022), (Wang and Xing, 2017), (Del Amor et al 2001), (Paul, W.et al,2021)

Дефицитът на вода намалява добивите по време на цъфтежа и образуването на плодовете, докато качеството се влияе от дефицит в период на узряването на плодовете. (Ganeva D., S. Grozeva, G. Pevicharova, 2019).

Редица изследователи са установили влиянието на режима на напояване върху количеството и качеството на домати (Marouelli et al., 2007;; Favati, F. et al., 2009). Според Li et al. (2017) азоните торовете предизвикват по-голям ефект на водата за напояване върху добива от домати. При правилното торене и напояване съдържанието на витамин С се увеличава (Yordanova, et al.,1980), а при ограничено напояване води до намаляване на водното съдържание на плода при доматите, а сухото вещество, захарите, киселинността и съдържанието на калий нараства.

Възможността за прилагане на минерално торене заедно с поливната вода дава възможност за дозиране на торовете според потребностите на културата. (Костадинова и др., 2013). С проучванията на взаимното влияние на различните режими на напояване и норми на торене върху добива от домати, отглеждани в пластмасови неотопляеми оранжерийни е установено, че въздействието на напояването върху добива е по-слабо при по-ниските нива на торове, а има по-голям ефект при по-високите нива на поливната норма. (Stoyanova, An., et al., 2020).

Направените проучвания ни дава основания за провеждане на изследвания за установяване на напояването и торенето върху каството на добива и ефективността на използване на водата и хранителните вещества, което ще изясни различните ефекти на напояването и торене върху различни аспекти на растежа на доматите.

Основната цел. Установяване влиянието на различните норми на напояване и торене върху качествените показатели на плодовете на три генотипи оранжерийни домати,отглеждани при почвено климатичните условия за района на Пловдив в стъклни неотопляеми оранжерии..

Материали и методи

За установяване влиянието на различните норми на напояване и торене върху качествените показатели на плодовете на три генотипи оранжерийни домати през 2022 година се проведе експеримент в неотопляема стоманено-стъклена оранжерия тип Venlo в ИЗК “Марица” – Пловдив. Изведен е три-факторен експеримент, включващ Генотип, Поливна норма и Норма на торене в 3 повторения. Доматените растения са отгледани в съответствие със стандартните практики при оранжерийното производство. Растителната защита е еднаква за всички варианти. Основното торене е извършено с калиев сулфат (60 kg da^{-1}), троен супер фосфат (60 kg da^{-1}) и оборски тор (3 000 kg da^{-1}), а вегетационните подхранвания са чрез фертигация с разтворими, бързо действащи торове. Опитът е изведен при три

режима на напояване – оптимално, редуцирано и увеличено напояване – 100%, 75% и 125% с използване на водоспестяващи технологии за напояване и три режима на торене – оптимално, редуцирано и увеличено торене – 100%, 75% и 150%. За оптимална е приета нормата $N_{35}P_{28}K_{70}$, която рутинно се прилага в оранжерията. Оптималната поливна норма (100%) е изчислявана по формулата:

m = [10H.α.(ППВ – *ПрВ* пр. вл.)].K.

където: *m* е големина на поливната норма, mm;

H – дълбочина на активния почвен пласт, m;

a – плътност (обемно тегло) на почват, gr/cm^3;

ППВ (β_{max}) – пределна полска влагоемност в % спрямо абсолютно сухото тегло на почвата;

ПрВ (β_{min}) – предполивна влажност на почвата в % спрямо абсолютно сухото тегло на почвата.

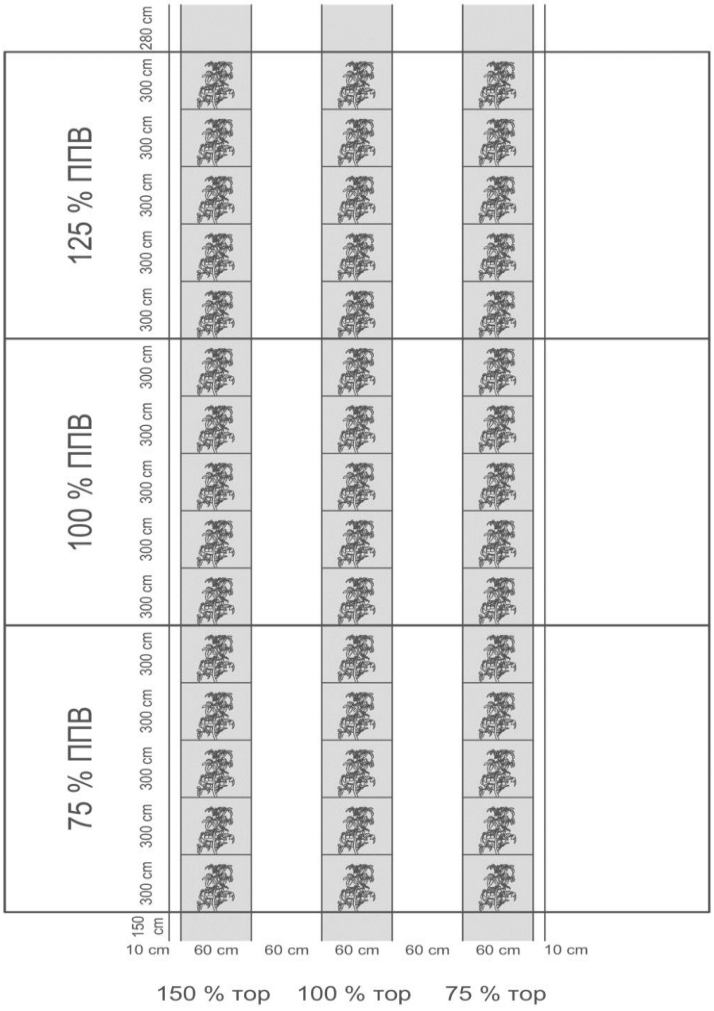
К – коефициент на редуциране на поливната норма, отчитащ заетата от растенията площ в 1 da;

В опита К = 0,66 т.е. напоява се 66% от площа.

Таблица 1. Варианти на опита включващи генотип, поливна норма и норма на торене.

Генотип, производител	**Поливна норма, % от *ОН**	**Норма на торене, % от *ОН**
Pink rock (Yuksel Tohum)	75	75
Pink rock (Yuksel Tohum)	75	100
Pink rock (Yuksel Tohum)	75	150
Malduo (Syngenta)	75	75
Malduo (Syngenta)	75	100
Malduo (Syngenta)	75	150
Hayet (Sakata)	75	75
Hayet (Sakata)	75	100
Hayet (Sakata)	75	150
Pink rock (Yuksel Tohum)	100	75
Pink rock (Yuksel Tohum)	100	100
Pink rock (Yuksel Tohum)	100	150
Malduo (Syngenta)	100	75
Malduo (Syngenta)	100	100
Malduo (Syngenta)	100	150
Hayet (Sakata)	100	75
Hayet (Sakata)	100	100
Hayet (Sakata)	100	150
Pink rock (Yuksel Tohum)	125	75
Pink rock (Yuksel Tohum)	125	100
Pink rock (Yuksel Tohum)	125	150
Malduo (Syngenta)	125	75
Malduo (Syngenta)	125	100
Malduo (Syngenta)	125	150
Hayet (Sakata)	125	75
Hayet (Sakata)	125	100
Hayet (Sakata)	125	150

* ОН – Оптимална норма



Фигура 1. Схема на опита

Резултати и обсъждане

От изпитаните три фактора се установи, че факторът Генотип оказва най-силно въздействие върху изследваните показатели на качеството на доматените плодове (Табл. 2). Слабо, но доказано е въздействието на индивидуалните фактори поливна норма и норма на торене върху сухото вещество, съдържанието на разтворими твърди вещества и витамин С.

Таблица 2. Резултати от три-факторен дисперсионен анализ за качеството на доматите в зависимост от Поливна норма (Фактор А), Генотип (Фактор В), Норма на торене (Фактор С) и взаимодействията между тях.

	Сухо вещество	Разтворими твърди вещества	Титруеми органични киселини	pH	Витамин С	Твърдост
Фактор А	5.0*	3.7**	2.3	1.8	10.6*	3.1
Фактор В	68.1***	72.1***	28.5*	79.1***	59.4***	66.9 ***
Фактор С	8.8**	8.8**	2.6	0.7	8.1*	1.1
А х В	1.4	3.1	0.5	1.8	0.7	2.4
А х С	0.7	1.4	0.6	1.1	0.8	2.3
В х С	3.4	2.9	0.8	1.8	0.7	3.4
А х В х С	3.7	3.6	1.4	1.1	1.6	7.7
Грешка	7.5	4.9	63.2	10.9	15.3	13.8

Нива на значимост: * = $p < 0.05$, *** = $p < 0.001$.

От изпитаните три сорта домати най-високо съдържание на сухо вещество, както и на разтворими твърди вещества е отчетено при сорт Pink rock, като стойностите варират от 7.3 до 8.2% и от 6.2 до 7.1% при отделните варианти на поливане и торене (Табл. 2). Сравнително са стойности за двата показателя в плодовете и на сорт Malduo (6.4-7.8% и 5.6-6.6%). Hayet е сортът, при който са регистрирани сравнително ниски стойности на тези показател – 5.6-6.8% и 4.4-5.6%. И при трите сорта сравнително високи стойности на сухото вещество и на съдържанието на разтворими твърди вещества са отчетени във вариантите с 75%/100% и 100%/100%.

Не са наблюдавани статистически доказани разлики между вариантите и между сортовете по отношение съдържанието на титруеми органични киселини, докато pH варира между отделните сортове и между отделните варианти. С най-високо pH е сорт Malduo, следван от Hayet, с най-ниско – Pink rock. Между вариантите на един сорт разликите в повечето случаи не са съществени. (Табл. 2).

По отношение на Витамин С, сорт Pink rock се отличава с най-високо съдържание (22-27 mg/100g свежа маса), а сорт Hayet – с най-ниско (14-20 mg/100g свежа маса). И тук в рамките на всеки сорт разликите между вариантите на поливане и торене не са съществени в повечето случаи. (Табл. 2).

Твърдостта на плодовете варира от 25.0 до 47.5^{o}Shore. Сравнително твърди са плодовете на сорт Hayet. Разликите между различните норми на торене и поливане в рамките на един сорт в повечето случаи не са доказани. (Табл. 2).

Таблица 3. Качество на плодовете при сортове домати при четири варианта на третиране с био- и микро- торове

Поливане, % от ОН*	Торене, % от ОН*	Malduo	Pink rock	Hayet
		Сухо вещество, %		
75	75	6.9^{ef}	7.8^{a-d}	6.6^{ef}
75	100	7.8^{a-d}	8.2^{a}	6.8^{ef}
75	150	7.1^{d-f}	8.1^{ab}	6.5^{f}
100	75	6.9^{ef}	7.4^{b-e}	5.6^{g}
100	100	7.4^{c-e}	8.1^{a-b}	6.6^{ef}
100	150	6.8^{ef}	7.8^{a-d}	6.4^{f}
125	75	6.8^{ef}	7.3^{de}	6.2^{fg}
125	100	6.9^{ef}	8.0^{a-c}	6.5^{ef}
125	150	6.4^{f}	8.2^{a}	6.2fg
		Разтворими твърди вещества, ^{o}Brix		
75	75	5.8^{c-e}	6.6^{ab}	4.9^{ef}
75	100	6.6^{ab}	6.9^{a}	5.6^{de}
75	150	5.9^{cd}	6.8^{a}	5.3^{e}
100	75	5.8^{c-e}	6.2^{bc}	4.4^{f}
100	100	6.2^{bc}	6.9^{a}	5.5^{de}
100	150	5.7^{c-e}	6.5^{ab}	5.1^{ef}
125	75	5.7^{c-e}	6.2^{bc}	4.7^{ef}
125	100	5.3^{e}	6.8^{a}	5.3^{e}
125	150	5.4^{de}	7.1^{a}	5.0^{ef}
		Титруеми органични киселини, % лимонена киселина		
75	75	0.30^{ns}	0.49^{ns}	0.58^{ns}
75	100	0.41^{ns}	0.50^{ns}	0.60^{ns}
75	150	0.34^{ns}	0.57^{ns}	0.55^{ns}
100	75	0.31^{ns}	0.41^{ns}	0.44^{ns}
100	100	0.34^{ns}	0.49^{ns}	0.60^{ns}
100	150	0.35^{ns}	0.47^{ns}	0.53^{ns}
125	75	0.29^{ns}	0.41^{ns}	0.48^{ns}
125	100	0.32^{ns}	0.42^{ns}	0.51^{ns}
125	150	0.35^{ns}	0.48^{ns}	0.56^{ns}
		pH		
75	75	4.34^{ab}	4.08^{e}	4.15^{de}
75	100	4.27^{b-d}	4.13^{de}	4.19^{c-e}
75	150	4.32^{ab}	4.08^{e}	4.19^{c-e}
100	75	4.41^{a}	4.14^{de}	4.21^{c-d}
100	100	4.35^{ab}	4.14^{de}	4.18^{c-e}
100	150	4.31^{a-c}	4.07^{e}	4.19^{c-e}
125	75	4.34^{ab}	4.16^{de}	4.15^{de}
125	100	4.38^{ab}	4.19^{c-e}	4.21^{c-d}
125	150	4.35^{ab}	4.14^{de}	4.18^{c-e}

a,b,c…- Duncan's Multiple Range ($p \leq 0.05$) * ОН – Оптимална норма

Таблица 3. *Продължение*

Поливане, % от ОН*	Торене, % от ОН*	Malduo	Pink rock	Hayet
Витамин С, mg/100 g свежа маса				
75	75	19.2^{c-e}	26.2^{a}	18.7^{c-e}
75	100	23.5^{a-c}	27.0^{a}	19.6^{b-e}
75	150	19.1^{c-e}	23.3^{a-d}	17.6^{e}
100	75	18.7^{c-e}	22.6^{a-d}	15.4^{fg}
100	100	19.9^{b-e}	23.5^{a-c}	16.1^{e-g}
100	150	17.3^{e}	20.3^{b-e}	14.3^{g}
125	75	19.6^{b-e}	23.6^{a-c}	16.7^{e-g}
125	100	19.0^{c-e}	24.7^{ab}	18.0^{de}
125	150	18.2^{de}	22.2^{a-e}	16.3^{e-g}
Твърдост, градуси Shore				
75	75	32.0^{c-f}	28.8^{c-f}	47.5^{a}
75	100	34.6^{cd}	32.7^{c-e}	37.1^{b}
75	150	34.0^{c-e}	30.5^{c-f}	40.5^{ab}
100	75	33.1^{c-e}	28.9^{c-f}	35.5^{c}
100	100	32.2^{c-e}	25.0^{f}	36.3^{bc}
100	150	35.2^{c}	28.6^{c-f}	42.6^{ab}
125	75	31.5^{c-f}	26.9^{ef}	40.6^{ab}
125	100	34.9^{cd}	27.8^{d-f}	40.4^{ab}
125	150	35.6^{c}	28.5^{c-f}	37.6^{b}

a,b,c…- Duncan's Multiple Range ($p \leq 0.05$) * ОН – Оптимална норма

Заключение

Определено е съдържанието на сухо вещество, общото разтворимо сухо вещество (TSS) и витамин С, титруеми органични киселини, % лимонена киселина, pH, твърдост на плода. Качеството на доматените плодове се влияе по-силно от напояването, отколкото от нивата на торене. Най високи стойности на съдържанието на сухо вещество, общото разтворимо сухо веществ (TSS) и витамин С са наблюдавани при дефицитно напояване и оптимално торене (75% W и 100%F).

Факторът Генотип оказва най-силно въздействие върху изследваните показатели на качеството на доматените плодове. Слабо, но доказано е въздействието на индивидуалните фактори поливна норма и норма на торене върху сухото вещество, съдържанието на разтворими твърди вещества и витамин С. С най-високо качество на плодовете се отличава сорт Pink rock, следван от Malduo. С най-ниски стойности за повечето от показателите за качеството е сорт Hayet.

Благодарности

Публикацията е резултат от работата по проект № КП-06-Н56/14 от 13.12.2021 финансиран от Фонд Научни изследвания.

Литература

Alordzinu, K.E.; Appiah, SA; Al Aasmi, A.; Darko, RO; Li, J.; Lan, Y.; Adjibolosoo, D.; Lian, C.; Wang, H.; Qiao, S.; and others. Evaluation of the impact of deficit irrigation on fruit yield and quality indicators of tomatoes grown in sandy-clay and silt-clay soils. Water 2022 , 14 , 1753. [Google Scholar] [CrossRef]

Bai, C.; Zuo, J.; Watkins, CB; Wang, Q.; Liang, H.; Zheng, Y.; Liu, M.; Ji, Y. Sugar accumulation and fruit quality of tomato under water deficit irrigation. Postharvest Biol. technical 2023 , 195 , 112112. [Google Scholar] [CrossRef]

Del Amor, F.M., Martinez, V. and Cerda, A. (2001). Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. Hort Science. 36(7): 1260-1263. https://doi.org/10.21273/.

Ganeva D., S. Grozeva, G. Pevicharova, 2019. Effect of reduced irrigation on flowering, fruit set and yield of indeterminate tomato. International Journal of Recent Technology and Engineering, 8(2S4): 932-936.

Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Tommaso, T.D. & Candido, V. (2009). Processing tomato quality asaffected by irrigation scheduling. Scientia Horticulturae. 122 (4), 562-571

Li, Y., Sun, Y., Liao, S., Zou, G., Zhao, T., Chen, Y., Yang, J.& Zhang, L. (2017). Effects of two slow-release nitrogenfertilizers and irrigation on yield, quality, and water-fertilizer productivity of greenhouse tomato. Agricultural Water

Marouelli, W., Silva, WLC. (2007). Water tension thresholdsfor processing tomatoes under drip irrigation in CentralBrazil. Irrigation Science 25(4), 411-418.

Paul, W. Prospects for controlled water and fertilizer application based on soil permeability sensing. Calc. Electron. Agric. 2002, 36, 151–163. [Google Scholar] [CrossRef]

Ritsema, H.; Huang, X.; Bai, X.; Hellegers, P. Assessing water and fertilizer practices and perceptions of farmers in the North China Plain. irrigation Drain. 2022, 71, 980–996. [Google Scholar] [CrossRef]

Stoyanova An., G. Kostadinov, M.Moteva,2020, Influence of the controlled water deficit at different levels of fertilization on the yield of greenhouse tomatoes, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26 (Suppl. 1) 2020, 9-18

Yordanov M., I. Manuelyan Problems of modern vegetable production, ed. Hr. Danov, pp. 49-58 Plovdiv, 1980.

Wang, X. and Xing, Y. (2017). Evaluation of the effects of irrigation and fertilization on tomato fruit yield and quality: A principal component analysis. Scientific Reports. 7(1): 350. https://doi.org/10.1038/s41598-017-00373-8.

ВЪРХУ СЪСТОЯНИЕТО И РЕЖИМИТЕ НА НАПОРНИТЕ ТЕЧЕНИЯ ПРИ КАПКОВО НАПОЯВАНЕ

Румен Гаджев

ИПАЗР "Н.Пушкаров"

Резюме

При настоящето състояние на водните ресурси и при реализиращите се агро-климатични промени, също и при обоснованата необходимост от напояване на селскостопанските култури, се явява необходимостта от по-пестеливо използване на водата за напояване. Като най-рационален подход за такива изисквания може да се възприеме прилагането на микронапояването и по - конкретно капковото напояване. За да се осигури по-ефективно водоспестяване при този метод за напояване, реализиращ се посредством напорни течения в полиетиленови тръбопроводи, е необходимо да се разгледат проявленията на течението при експлоатационни условия. Поради това в настоящата разработка се разглеждат подходи за оразмеряване с оглед състоянието на течението и формиращите се хидравлични режими във връзка с подаваното водно количество и разпределението му по дължина на поливните тръбопроводи. Разгледани и анализирани са състоянието и преходността на течението през различните режими. Визирани са предимствата на такава технология за напояване и са предложени препоръки и подходи относно отчитането на загубите на напор с оглед проектирането и оразмеряването на системите за капково напояване.

ON THE CONDITION AND REGIMES OF PRESSURE FLOWS AT DRIP IRRIGATION

Roumen Gadjev

ISSAPP "N. Poushkarov"

E-mail: hydroigr@abv.bg

Abstract

With the present condition of water resources and with the agro-climatic changes taking place, also with the reasonable need for irrigation of agricultural crops, the need to use water more sparingly for irrigation appears. Micro-irrigation and more specifically drip irrigation can be seen as the most rational approach to such requirements. In order to ensure a more efficient water saving in this irrigation method, which is implemented by means of pressure flows in polyethylene pipelines, it is necessary to consider the manifestations of flow under conditions of variable water quantity. Therefore, this paper considers dimensioning approaches with regard to the flow condition and the hydraulic regimes formed in relation to the water quantity supplied and its distribution along the length of the irrigation pipelines. The condition and transience of the flow through different regimes are considered and analysed. The benefits of such irrigation technology are presented and recommendations and approaches on the consideration of head losses for the design and dimensioning of drip irrigation systems are proposed.

***Key words**:* drip irrigation, pressure flows, head losses, coefficient of resistance.

Въведение

В България капковото напояване се разпространява сравнително широко и неговата перспективност, както и неговата възможност за прилагането му и разширено използване при агрокпиматичната характеристика на страната се доказва и на практика. Това е аргументирано от завишените технически, технологични и икономически показатели на капковото напояване и не малкото преимущества на новата технология спрямо традиционните начини за напояване. Преимуществата са предимно в пестеливото използване на водата и в по-малоброен експлоатационен персонал и се проявяват в по-голяма степен при напояване на овощни насаждения, лозя, зеленчукови и други култури.

От своя страна, новата технология позволявя да бъде прилагана при по-стръмни и специфични теренни условия и е предпоставка за увеличаване на количеството на продукцията и повишаване на нейното качество.

Едно от най-съществените предимства на тази технология е, че позволява да се реализира надлежно контролиране на режима за напояване на културите посредством навременно, балансирано и по-ефективно и точно разпределяне и дозиране на нужните през вегетационния период хранителни елементи и вода. Също този вид напояване е предпоставка за завишена рентабилност особено при оранжерийна експлоатация през цялата година с оглед по-ефективно използване и възвръщане на капиталовите разходи свързани с изграждането на капковата напоителна система.

Същевременно България разполага с доста ограничени водни ресурси. Поради това и с оглед алармираните и обосновани през изминалите 20-ина години изменения в климата в глобален аспект, силно засягащ и европейския регион, територията на нашата страна е с тенденция към затопляне заради вредните емисии на парникови газове от промишлеността, енергетиката, транспорта и др., и като следствие се реализира засушаване и задълбочаване на водния дефицит при отглеждането на земеделски култури.(Гаджев Р., Й. Геренски, 2014). Затова използването на водоспестяващи, енергоефективни и икономически изгодни технологии и техники за напояване в настоящия момент и в бъдеще е подчертано необходимо и е наложително проектирането, прилагането и експлоатацията да се базира на „добрите практики" за напояване на агрокултурите при селскостопанските дейности.

Подходи и методи

Самата технология за капково напояване дава реални възможности за по-ефективно използване на водата за поливане, която е в пряка връзка с развитието на мелиорациите у нас поради доста ограничените възможности на водоизточниците и нарастващите потребности от вода във всички сектори на икономиката (Петков Пл. и др.,1997).

Паралелно с мелиоративните и климатични предпоставки за използването на капковото напояване, самите негови технологични дадености и технически качества също са предпоставка и предимство пред традиционните начини за неговото приложение. В това отношение предимствата на тази по-нова технология са следните:

– По съществена икономия на поливна вода поради минимизиране на разхода на вода заради локалния характер на напояване, както и заради възможността за оптимизирано водоподаване според културата.

– Реализиране на поливен режим сходен с биологичните потребности на културата и навременно водоподаване в засушителни периоди.

– Минимизиран разход на труд за поливане поради автоматизиране и индиректност на технологичните операции.

– Ограничаване на ерозионните процеси.

– Възстановяване в сравнително кратки срокове на инвестициите посредством завишеното количество и качество на продукцията.

– Съчетаване на напояването с тороподаване при променливи компонентни съотношения и по-голяма ефективност.

– Локализирано по-добро и компактно навлажняване на почвата, което намалява степента на площното водонасищане и по-малко плевели;

– По-голяма площ суха почвена повърхност за да се извършват присъщи мелиоративни и земеделски дейности докато системата работи.

– Повишаване на количеството и качеството на добивите във връзка с водо-въздушния и хранителния режим, които се поддържат в почвата

– Икономии на енергия и материали при по- малките водни количества.

– Възможност за напояване на стръмни терени с неправилна форма при съществено ограничаване на почвената ерозия.

– Възможност за по-навременно аварийно изключване на системата при възникнали повреди и течове.

Поради своята същност, в поливните тръбопроводи (крила) за капково напояване течението е с променливи по дължина водни количества поради водоотделянията от капкообразувателите.

В тази връзка, при системите за капково напояване, необходимо е проектиране и оразмеряване на поливните батерии и включените поливни крила в съчетание със схемата на разположението на капкообразувателите според изискванията на културите – овощни, лозя, зеленчукови и др. от една страна и дължината и диаметъра на крилата при условията на допустима неравномерност на подаваната вода върху поливната площ на батерията от друга. Размерите на разпределителните тръбопроводи пък зависят от общото водно количество формирано от поливните крила, техния брой и времетраенето на полива с оглед поливната норма и провежданото водно количество. Оразмеряването е необходимо да се извършва при балансиран подбор на параметрите на напорната мрежа и елементите на системата като цяло, както и хидравлично издържано отчитане на състоянието на течението по дължината на поливни тръбопроводи. По този начин биха се реализирали главните задачи и възможности на тази по-нова технология за напояване, които са както следва:

– адекватно задоволяване на нуждите от напояване на културите и влагообезпеченост в кореновата им система през времето на вегетация.

– балансирано разпределение на поливната вода според допустимата неравномерност върху напоявания площ на отделните поливни батерии.

– минимизирани капиталовложения за изграждане на капковата система и занижени разходи за експлоатация, поддържане и ремонт.

Обсъждане и анализ на състоянието на течението

За проектирането и оразмеряването на поливните и разпределителни тръбопроводи се използват зависимости и методи, които фиктивно трансформират такова течение в равномерно, при което по цялата разглеждана дължина на крилото водното количество е постоянно. Основното изискване при тази трансформация е загубите на напор при реалното течение с променливи водни количества да бъдат напълно еднакви на тези при равномерното (трансформираното) течение. Водното количество на това фиктивно равномерно течение е прието в практиката и литературата да се нарича “оразмерително”. Това водно количество се реализира чрез преводен коефициент β към конкретно реално водно количество. Този

коефициент е известен под наименованието “коефициент на оразмерителното водно количество”.

В същност определянето на $Q_{ораз}$ се свежда до определяне на β, като този коефициент трябва да осигурява необходимата точност за целите на практиката. Това може да се осигури само когато се използват зависимости изразяващи точно и коректно реалното хидравлично действие на поливния тръбопровод. Това изисква използването на коректни зависимости за коефициента на хидравлично съпротивление - λ, определени експериментално за различни приложни схеми на разположение на капкообразувателите, а също и точни значения за коефициента на местни съпротивления съответно за преходно-критичния и турбулентен режим на течението в поливното крило.

При наличие на факта, че реално по дължината на поливните тръбопроводи се формират три хидравлични режима на течение, които обхващат определени дължини от тръбопровода, а от това и с различни области на съпротивление, с различни закономерности на произтичащите от тях загуби на напор, е необходимо изясняване и решаване на посочените състояния. Също и за загубата на енергия, т.е. напорни загуби, на течението при различните режими произтичаща от съпротивленията на капкообразувателите и то при различни дистанции помежду им - схема на разполагане на същите, изискващи разглеждане и изясняване.

В експлоатационно и хидравлично отношение течението в поливните тръбопроводи е сложно и представлява част от проблема на напорни течения с движение на променливи водни маси.

Обичайните разглеждания и оразмерителни зависимости за течение в тръби с променливи водни количества, в най-общ план са базирани на подхода на Кристиянсен и Хазен – Уилиямс. Те носят спецификата и базата на използваните подходи и методи за определяне на загубите на напор от триене, при традиционни състояния от други технологии за напояване, например при условия само на един режим на течение, при условия на т.н. прост тръбопровод при който постъпващото водно количество се изразходва само в една съпротивителна област и при една функционална зависимост на коефициента на хидравлично съпротивление и на загубата на напор (Белчев Ив. и др.,1979).

В поливните тръбопроводи за капково напояване се формира течение с променливи по дължина водни количества, променливи режими и променливи области на съпротивление. С оглед на това хидравлично състояние, то се разглежда, изяснява и се предлагат зависимости съобразно:

– Водното количество при входа на съответната разглеждана област на съпротивление – на турбулентната, на преходно критичната област и на ламинарната област.

– Коефициентът на хидравлично съпротивление λ в посочените области и неговите закономерности. Най-характерното за отделните негови закономерности е както следва:

– в гладката област – турбулентен режим коефициентът λ е функция на водното количество, респ. на Рейнолдсовото число на степен ≈1,75;

– в преходно критичната област λ е функция на Q, респ. на Re, на степен променлива в интервала от 1,10 до 1,30 в зависимост от гъстотата на капкообразувателите на единица дължина;

– в ламинарната област е функция на Re на първа степен.

Зависимостите за коефициента λ са приложими само в съответните хидравлични области, т.е. в съответните граници.

Границите на хидравличните области са конкретно определени. При неспазване на тези граници, получените резултати не изразяват адекватно реалното напорно течение.

Същевременно съпротивителните сили при течение в гладък поливен тръбопровод зависят от режима на течението, както следва:

– при турбулентно течение в гладката област – от линейно триене и от местни съпротивления;

– при преходно критично течение – загубата на напор зависи от триене, местни съпротивления и от процеса на трансформиране на течението от турбулентен в ламинарен режим;

– при течения в ламинарната област – загубата на напор зависи само от вискозното триене.

Основната хидравлична характеристика която предопределя зависимостите за загубите на напор при даден поливен тръбопровод е коефициента на съпротивление при различни дистанции между капкообразувателите - $\lambda = f(Re)$ и $\lambda = f(Re, K)$.

Определянето на $h_{заг\ i}$ се извършва по зависимостите за съответната хидравлична област, като се ползват експериментално установените относно λ и ξ зависимости - $\lambda = f(Re)$, $\lambda_м = \xi \frac{d}{\lambda}$ и $\lambda = f(Re, K)$ или се използват такива от справочници.

Общо методите за оразмеряване на поливни тръбопроводи с променливи водни количества се свеждат към привеждането им към тръбопроводи с Q = const. чрез корекционен коефициент β за водното количество, т.е. чрез оразмерително водно количество (Гаджев Р.,2018).

По тази причина общата загуба на напор по дължина на тръбопровода се препоръчва да се определя по метода на оразмерителното водно количество, като се спазват закономерностите и границите на областите на съпротивление през които минава течението в поливния тръбопровод.

По метода на Кристиансен се предполагат някои специфики и изисквания, както следва:

– Режимът на течението по дължината на крилото, т.е. в отделните участъци е турбулентен от квадратичната област. Течението според оразмерителната зависимост е също от квадратичната област с коефициент на съпротивление λ = const;

– Отделяното водно количество q е постоянна величина. Размера на q е винаги по-голям от

$$q_{min} = \frac{Re_{гр\ кв}\, f\, \nu}{d}$$

където $Re_{гр\ кв}$ е границата между преходната и квадратичната област, които и двете са от турбулентния режим.

Като следствие от горепосочените изисквания за приложимост следва, че формулата на Кристиансен не кореспондира с условията и режимите на течението в поливни тръбопроводи за капково напояване по силата на следните обстоятелства:

– Режимът на течението в поливните тръбопроводи не е от квадратичната област на съпротивление;

– Режимът на течението по дължината на поливния тръбопровод е променлив и попада в областта на гладките тръби и на ламинарния режим;

– На определена дължина от входа на тръбопровода за капково напояване режимът е турбулентен от гладката област, след това преходно критичен и накрая ламинарен.

– Разликата на използвания от Кристиансен режим и режимът на течението в поливните тръбопроводи е съществена и по характер на изменение на λ и по размер на водното количество и на загубата на напор.

Приложения метод за установяване на оразмерителни зависимости чрез привеждане на променливи количества към течение с постоянно водно количество

може да се използва при поливни тръбопроводи, ако за същите има предварително установени необходимите хидравлични характеристики, показатели и зависимости.

По метода на Хазен – Уилямс се разглежда и представя течение в тръба с променливи по дължина водни количества като се използва структурния вид на формулата на Шези:

$$J = \frac{h_{ЗАГ}}{L} = \frac{Q^m}{C^{m'} d f^m},$$

която изразява загубата на напор на течение в преходно-квадратичната област. Хазен–Уилямс я прилагат за пластмасови тръбопроводи, като за коефициента C най-често стойностите са от 130 до 150.

След привеждане на течението с променливи водни количества към течение с постоянно водно количиство, т.е. $Q = F_x Q_{вх}$, се получава зависимостта:

$$J = 10,65 \; F_x \; \frac{1}{C^{1,852} \; d^{4,871}} \; Q^{1,852},$$

където корекционния коефициент F_x е представен таблично.

Този резултат, както е посочено и за формулата на Кристиянсен, директно не е приложим за поливните тръбопроводи, понеже същия се отнася само за един режим, без местни съпротивления и др., както е посочено по-горе. Методът, обаче, показва, че стойностите на величината F_x, която редуцира водното количество, сравнително малко зависи от изменението на броя на водоотделянията след $n > 25$ бр (Белчев Ив. и др.,1979).

Също не се изразяват и спазват коректно основните закономерности и граници на отделните области на съпротивление през които минават променливите водни количества по дължината на тръбопровода.

Неотчитането на режимите и границите на областите на съпротивление води до неотчитане на другите режими освен турбулетния, които се формират по дължината на тръбопровода, т.е. възприето е, че входното водно количество се водоотделя изцяло по дължината на крилото само в условията на един режим и на една област на съпротивление, което всъщност е некоректно. Това обаче, довежда до неотчитане и на транзитното водно количество от една към следваща област на съпротивление.

Наличието, обаче, на тези режими на течение означава, че през първия режим има преминаване на режимно свързани водни количества – пътен разход и транзитно, като транзитното водно количество преминава през цялата първа област без промяна и не би трябвало да се редуцира с никакъв корекционен коефициент. Такъв пропуск и неотчитане на реално съществуващи режими води до некоректно оразмеряване на поливните тръбопроводи.

В експлоатационен аспект поливните тръбопроводи са транспортно-разпределителни водоотделящи съоръжения, по дължината на които провежданото водно количество се изменя (намалява) като преминава през три различни области на съпротивление. Във всека една от тези области режимът на течението, коефициента на съпротивление и загубата на триене и местни съпротивление са различни. В турбулентната област – гладки тръби, загубата на напор е функция на Q на степен около 1,75, в преходно критичната Q е на степен 1,0 ÷ 1,75, а в ламинарната Q е на степен 1,0. Това реално хидравлично състояние не се отчита от посочената зависимост.

– Зависимостта на Хазен – Уилиямс е на базата на формулата на Шези, която, както е известно, не се отнася за течение от ламинарната и преходно критичната

области, които реално се формират на значителна дължина от поливните тръбопроводи.

Използва се зависимост отнасяща се за турбулентно течение от гладката област, с която се определят само загубите от триене. Движението на водата по дължината на тръбопровода се извършва чрез енергия, която се израходва за преодоляване на съпротивлението от триене и местни съпротивления (Георгиев Д. и др., 2015). Тази загуба на енергия зависи от броя на капкообразувателите на единица дължина от тръбопровда, т.е. от разстоянието между тях. По тази причина е необходимо тази загуба да се установи експериментално при различни разстояние между капкообразувателите в диапазона на използваните в практиката (Гаджев Р.,2018).

От друга страна изразходваната енергия – загубата на напор за преодоляване на посочените съпротивления, при дадено състояние нарушава характера и структурата на течението, което при определена стойност на Re води до преход на ламинарния режим към режим на течение, наименован преходно критичен, който не се подчинява на закона на Хаген-Пуазие и няма характеристиките на турбулентно течение. Това налага изучаването на това течение и определянето на неговите закономерности.

Поливните тръбопроводи (крила) за капково напояване в хидравлично отношение са тръбопроводи с променливо водно количество, като по дължина течението преминава през три области – турбулентна, преходно критична и ламинарна. Режимът на движение на водата, съответно закономерностите за коефициента на съпротивлението са различни в отделните области. Видно е, че теченията в отделните области са свързани. От друга страна тези режими се явяват в конкретно определена дължина (част) от тръбопровода.

За оразмеряване на дължината от тръбопровода с турбулентно течение е необходимо:

– определяне на дължината от тръбопровода с турбулентен режим. Ако поливния тръбопровод е изготвен от гладки тръби, дължината на частта от тръбопровода с турбулентен режим се приема до долната граница на областта на гладките тръби;

– определяне на оразмерителната зависимост за коефициента на съпротивление – λ като се имат предвид характеристиките на тръбата и на течението;

– определяне на входното водно количество в поливния тръбопровод;

– определяне на работното и на транзитното водно количество. За турбулентно течение в поливен тръбопровод транзитното водно количество е равно на сумата на водните количества, които се подават на напояваните култури по дължината на тръбопровода с преходно критичен и ламинарен режим.

В същност, без селектиране на водното количество по отношение на режима на движение на водата не може да се извърши реалистично (коректно) хидравлично оразмеряване на поливните тръбопроводи.

Най-често, обаче, начините на оразмеряане на напорните тръбопроводи, тръбните мрежи и инсталации в хидротехническото и хидромелиоративното строителство, дадени в литературата и използвани в практиката са на база равномерно течение, т.е. за течение с постоянно по дължина водно количество и турбулентен режим на течение, когато не се реализират променливи водни количества по дължина.

Заключение

Разгледани са състоянието и режимите на течението, както и определянето на редуцираното (оразмерителното) водно количество, респ. корекционния коефициент

β, с помощта на който се оразмеряват разпределителни и поливни тръбопроводи за капково напояване.

На основата на $Q_{ораз}$ се извършва оразмеряване и проектиране за разпределителни и поливни тръбопроводи с турбулентен режим – гладка област, преходно критичен и ламинарен режим, при условията със и без транзитно водно количество.

При поливните тръбопроводи от гладки тръби, от който вид са използваните за капково напояване, течението в тях не е от квадратичната област и коефициентът λ не е константа, а зависи от Рейнолдсовото число, т.е. от водното количество.

Течението в поливните и разпределителни тръбпроводи е с променливи характеристики, което произтича от промяната на водните количества и от промяната на режимите на течението, като в началото се формира турбулентен, след това преходно критичен и накрая ламинарен режим.

Литература

1. Агроскин А., 1957, Хидравлика, Госенергоиздат, Москва.
2. Станчев Ст., 1972, Хидравлика, Техника, София.
3. Белчев Ив.,Ст.Иванов,Пл.Петков, 1979, Капково напояване, Земиздат, С.
4. Гаджев Р., 2018, Загуби на напор от триене и местни съпротивления при турбулентен режим на течение в ПЕ тръбопроводи ф16/2, сп. Ново знание, ВУАРР, Пловдив.
5. Гаджев Р., Й. Геренски, 2014, Енергийна ефективност при разпределение на водата в напорната мрежа на напоителните системи, Юбилейна междун. науч. конфер. на ХТФ – УАСГ, 6-7 ноем., София.
6. Давидов К., 2003, Относно ефективността в напоителните системи на България, Селскостопанска техника, бр.5-6, ССА, С.
7. Петков Пл. и др.,1997, Модели на инсталация за капково напояване на ябълкови и крушови градини, Селскостоп техника, бр.2-3, ССА, С.
8. Gadjev R., 2013, Water transport energy feature for pressure flows in irrigation, Vol. of intern conf. EE&AE, Russe University “Ang.Kanchev”, may 17-18 , Russe.
9. Георгиев, Д., Й. Геренски, 2015, Изследване на разхода на енергията и навлажнената площ при капкообразуватели с различни дебити, Сб.докл. Межд. конфер. “Почвата и агротехнологиите в променящия се свят”, 15-17 май, CD vers., ИПАЗР"Н.Пушкаров", С.
10. Georgiev D., 1996, Construction and hydraulic testing of an open hydraulically operated tank for puls drip irrigation, 16th Congress ICID, Cairo.
11. Френкель Н., Гидравлика, Госэнергоиздат, М., 1956.
12. Carlier M., Hydrolique generale et appliquee, Eyrolles, Paris, 1980.
13. Lencastre A., Manuel d’hydraulique generale, Eurolles, Paris, 1969.

ВЛИЯНИЕ НА ПОЛИВНИЯ РЕЖИМ ВЪРХУ ОСНОВНИ ФЕНОЛОГИЧНИ ФАЗИ НА РАЗВИТИЕ НА ПАТЛАДЖАН ОТГЛЕЖДАН В РАЙОНА НА КРЕМИКОВЦИ

Анна Рачова, Весела Петрова

Институт по почвознание, агротехнологии и зашита на растенията „Н. Пушкаров“, Шосе Банкя 5, Селскостопанска Академия, София

**E-mail: vessi1@abv.bg*

Резюме

През 2023 година на територията на опитно поле „Челопечене“ към ИПАЗР „Н.Пушкаров” е проведен експериментален опит при полски условия със средно раннен сорт патладжан „Български 12“. Почвата в изследвания район е излужено Канелена горска. Използвани са тънкостенни лентови поливни крила при капково напояване. Заложени са три варианта на напояване с различни поливни норми 50%, 100% и 120%. Проследяваните фенофази зависят от температурата, надморската височина и географската ширина. Резултатите от изследванията показват връзка между поливната норма и началото на цъфтеж и плодообразуване при различните варианти на изследване. При вариантите с 50% поливна норма се наблюдава началото на цъфтеж с 7-10 дена, а образуването на първите плодове се установи по-рано с 5 – 8 дена в сравнение с оптималния вариант. При вариантите с 100 и 120% поливна норма не се наблюдават съществени различия.

Основна цел: Установяване влиянието на различните поливни норми върху развитието на основни фенологични фази на развитие на патладжан, отглеждан при полски условия.

Ключови думи: патладжан, фенофази, капково напояване, поливен режим.

INFLUENCE OF THE IRRIATION REGIME ON THE MAIN PHENOLOGICAL PHASES OF DEVELOPMENT OF EGGPLANT GROWN IN THE REGION OF KREMIKOVTSI

Anna Rachova, Vesela Petrova

Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Poushkarov", ShoseBankya 5, Agricultural Academy, Sofia.

**E-mail: vessi1@abv.bg*

Abstract

In 2023, on the territory of the experimental field "Chelopechene" of ISSAPP "N. Poushkarov" an experimental experiment was carried out under fields conditions with eggplant variety "Bulgarski 12". The soil in the research area is Leached Cinnamon Forest. Thin-walled strip irrigation wings were used in drip irrigation. There are three irrigation options with different irrigation rates of 50%, 100% and 120%. Flowering of vegetable crops begins depending on temperature, altitude and latitude. The results of the research show a relationship between the irrigation rate and the beginning of flowering and fruiting in the different variants of the study. In the variants with a 50% irrigation rate, the beginning of flowering was observed earlier 7 - 10 days and the formation of the first fruits

was established earlier by 5 - 8 days compared to the optimal variant. In the variants with 100 and 120% irrigation rate, no significant differences are observed.

Main objective: Establishing the influence of the different irrigation regime on the development of the main phenological phases of the development of eggplant grown under field conditions.

Key words: eggplant, phenophases, drip irrigation, irrigation regime.

Въведение

Патладжанът е икономически важна зеленчукова култура от тропически и субтропични зони и техните сортове произвеждат голямо плодово разнообразие с различни форми, размери и цветове. През 2014 г. световното производство на патладжан е около 50.19 милиона тона, като Китай е основен производител (29,5 милиона тона), следван от Индия (13,5 милиона тона), Египет (1,2 милиона тона), Иран (0,85 милиона тона) и Турция (0,82 милиона тона) (FAO 2014). При прилагането на фертигация се получава по-добро усвояване на азота от растенията и води до по-доброто им развитие. (Zotarellietal. 2009; Uzenand Cetin 2016).

У нас много малко е засегнат проблема за влиянието на напояването върху развитието на различните фенофази на патладжан сорт „Български 12“. Патладжанът е традиционна зеленчукова култура за нашата страна. Площите през последните години възлизат на около 20 000 da. За нуждите на консервната промишленост се използват около 65 - 75% от добивите. Резултатите от представените изследвания представляват добра предпоставка за разработване на конкретни препоръки и правила при напояване на земеделските култури в условия на засушаване с оглед подпомагане на фермерите с информация и знания. Отменянето на поливки или подаване на намалени поливни норми може да се подадат при недостиг на поливна вода при някои от фазите, които не са критични за развитието. Установяването на датите на критичните фази на развитие са важен фактор за определяне на поливния режим за получаване на добра продукция при съществуващите метеорологични условия.

Основната цел на доклада е да се установи влиянието на напояването при различни поливни норми и използването на фертигация върху сумарните дни на основните фенологични фази от началото на засяване на семената.

Материали и методи

Обектът на изследването е полско насаждение с патладжан средно раненен сорт „Български 12“ на опитно поле „Челопечене” към ИПАЗР „Н. Пушкаров”, СС А. Предметът на изследването е използването на диференцирани поливни норми през вегетацията и установяване на сумарните дни на основните фенофази. Почвите в изследвания район са излужено Канелена горска, образувани върху делувиални наноси. По международната класификация на ФАО се определят като Chromic cambisol. По механичен състав почвата е тежко песъчливо - глинеста в орния слой и леко глинеста в подорния. Водно-физичните свойства на този почвен подтип средно за слоя 0 – 0.60 m дълбочина те са следните: пределна полска влагоемност (ППВ) – 22.0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва; обемно тегло на почвата при ППВ – 1.47 g/cm³ и влажност на завяхване – 10.0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва.

Биологична характеристика на патладжан

Сортът "Български 12" е среднораненбългарски сорт. Отличава се с изравнени плодове и добра родовитост. Плодовете са едри, удължено крушовидни с тъмновиолетова кожица и силен гланц. Месестата част е бяла и крехка. Повърхността е гладка.



Фигура 1. Схема на опита

Спряхме се на този сорт, защото е чувствителен на силни засушавания и екстремни температури, като при високи температури придружени с ниска относителна влажност, цветовете масово изресяват. Схемата на опита е представена на фигура 1. Наблюденията са проведени през 2023 година и са установени основните фази на развитие.

Фенология (фенофази при патладжана)–

1. Поникване;
2. Първи същински лист;
3. Трети същински лист;
4. Бутонизация (поединична, за разлика от доматите и пипера);
5. Цъфтеж;
6. Узряване.

Ботаническа характеристика - принадлежи към семейство Картофови (Solanacae). Отглежда се предимно като едногодишно растение. Заради специфичният си цвят го наричат още "Син домат".

Коренова система - развива 4 - 5 скелетни разклонения, които при отглеждане на структурни и по- сухи почви проникват на дълбочина 0.40 - 0.50 m. с множество по-слаби корени. Кореновата система е тип брадеста, но по- слабо развита от тази на доматите и пипера, и със слаба поглъщателна способност и слаба възстановителна способност и затова рзсадните растения се прихващат по- бавно. (Ранков и др., 1983).

Патладжанът има големи изисквания към почвата, което се дължи на високата чувствителност на кореновата система към топлинния, хранителния и водния режим на почвата. При отглеждане върху структурни, леки, водопропускливи и топли почви с високо съдържание на хранителни вещества, кореновата система расте равномерно във всички посоки, като някои разклонения могат да достигнат до 1.5 m. (FAO 56 – 0.7 – 1.20 m, (Allen, R., et. al. 1998)). На тежки, глинести и водозадържащи почви, корените нарастват слабо и растенията страдат от вертицилийно увяхване, столбур и не издържат на засушаване.

Стъбло - дървенисто, здраво и в горния край тревистозелено, меко и сочно. В началото на вегетацията е зелено до зеленовиолетово, а по- късно със застаряването става вдървесинено и кафявозеленикаво. Окраската му е сортова зависимост. Височината варира от 0.30 - 0.55 m., установена опитно. (FAO 56 – 0.80 m).

Листа - големи, едро нарязани, дълги 0.10 – 0.20 m. и широки 0.05 – 0.10 m. Различават се по форма (яйцевидна, елипсовидна, овално заострена, широкоовална, обратнояйцевидна).

Цвят - виолетов с власинки до тъмно-морав, разположени на къси дръжки най-често единично или събрани по 2 - 3 на възел. Те са двуполови, състоят се от 7

чашелистчета и венчелистчета и 6 - 10 жълти тичинки. Преобладава самоопрашването, но естественото кръстосване е често явление и може да достигне до 30 - 40 %.

Годишната сума на валежите в района е 306.20 mm (2023г), при средно за редица от 60 годишни наблюдения 345.23 mm.

Метод на залагане на опита: Опитът е заложен по метода на дългите парцелки с по четири повторения от всеки проследяван вариант.

Варианти на опита:

1) V_1 - Напояване с 100 % поливна норма – контрола (поддържане на 80% от ППВ)
2) V_2 - Напояване с намаляване на поливна норма с 50%.
3) V_3 - Напояване със завишаване на поливна норма с 20%.

Валежите са твърде неравномерно разпределени, както по сезони, така и по месеци. Лятото е много сухо и горещо. Високите средноденонощни температури водят допълнително до засилване ефекта на сушата през този период от годината.

Резултати и обсъждане

Изследванията са проведени на опитното поле на ИПАЗР „Н. Пушкаров“ в кв. Челопечене през 2023 година. Извършени са всички необходими агротехнически мероприятия обработка на почвата, направа на лехи, монтиране на поливна техника за капково напояване, засаждане на открито, прилагане на необходимия брой поливки, фертигация, пръскане за растителна защита с инсектециди и др.

По отношение на температурата на въздуха 2023 година се характеризира, като топла с обезпеченост 26 % и по отношение на падналите валежи суха с обезпеченост 62.41 %.

Развитието на патладжаненото растение се състои от два периода първи от засяване на семената 10.03.2023 г. до развитие на трети същински лист 25 – 29.05.2023 г. и втори от засаждане на готовия пикиран разсад до края на плододаване.

Патладжанените растения са засадени на полето на 30 май 2023 година от готов разсад и е подадена поливка за прихващане с норма 15 mm. По време на периода на адаптация и прихващане, до 9 юни са подадени 3 поливки през 3 дни с поливна норма 10 mm.

След разделяне на опитната площ по варианти и повторения са реализирани 22 броя поливки за поддържане на почвената влажност в диапазона 80% от ППВ до 100% от ППВ с напоителна норма 368.85 mm. При редуциране на поливната норма 50% се подаде напоителна норма 184.43 mm, а при вариант трети с завишаване на поливна норма с 20% - 442.62 mm. Определянето на поливните норми е извършено,чрез взимане на почвени проби от вариант V_1 - с 100 % поливна норма (поддържане на 80% от ППВ).

Таблица 1. Фенофази на развитие на патладжан сорт „Български 12“ през вегетационния период

Вариант	Фенофази на развитие/дни				
	Засаждане	Усилен разтеж	Начало на бутонизация	Начало на цъфтеж	Плододаване
$V_{1\ 100\%\ m}$	30.05	9.06	27.06	15.07	30.07
$V_{2\ 50\%\ m}$	30.05	9.06	5.07	25.07	8.08
$V_{3\ 120\ \%\ m}$	30.05	9.06	4.07	22.07	5.08

Таблица 2 Сумарни дни на различните фенофази от началото на засаждане

Вариант	Фенофази на развитие/дни от началото на засяване на семената				
	Засаждане на открито	Усилен разтеж	Начало на бутонизация	Начало на цъфтеж	Плододаване
$V_{1\ 100\%\ m}$	81	91	109	127	142
$V_{2\ 50\%\ m}$	81	91	117	137	151
$V_{3\ 120\ \%\ m}$	81	91	116	134	148

Засаждането на открито с готов разсад се извършва при постоянно затопляне на повърхността на почвата над 5 - 10 ^{o}C на 30.05.2023 година. Патладжанът е много чувствителна култура от измръзване. Начало на бутонизация се наблюдава на 109 до 117 ден. Цъфтежът на патладжана започва от 127 до 137 дни след засяване на семената. 15.07 до 25.07.2023 година.

От поникването до първата беритба минават от 142 до 151 дни. Броят на плодовете от едно растение е от 6 - 15 броя и зависи от агротехниката поливната норма.

Заключение

Резултатите от изследванията показват връзка между поливната норма и началото на цъфтеж и плодообразуване при различните варианти на изследване.

През 2023 се реализираха 22 броя поливки за поддържане на почвената влажност в диапазона 80% от ППВ до 100% от ППВ с напоителна норма 368.85 mm. При редуциране на поливната норма 50% се подаде напоителна норма 184.43 mm, а при вариант трети с завишаване на поливна норма с 20% - 442.62 mm.

При вариантите с 50% поливна норма се наблюдава началото на цъфтеж с 7 - 10 дена, а образуването на първите плодове се установи по-рано с 5 – 8 дена в сравнение с оптималния вариант $V_{1\ 100\%\ m}$. При вариантите с 100 и 120% поливна норма не се наблюдават съществени различия

Литература

Ботева Хр., Ст. Машева, В. Петкова, М. Михов. (2007). Критични точки и критерии за оценка при производство на патладжан, Заповед N 70, от 20 юли, ИЗК "Марица", Пловдив.

Димитров И. Т. Митова, М. Борисова, К. Стойнев, Д. Николова (2009). Екологични аспекти на съвременните системи за обработка на почвата в България. Сборник доклади на международна конференция "Обработка на почвата и екология", Албена, 10-22.

Дойкова М., В. Ранков, (1978). По някои въпроси от хранителния режим на патладжана. МЗХП, Селскостопанска наука, год. XVI, N-4, София.

Дойкова М., (2007). Патладжан. Сп. Земеделие плюс, бр. 5, 1-16.
Ранков В. и др., 1983. Торене на зеленчуковите култури в условията на интензивно земеделие. ИЗД. Хр. Г. Данов, Пловдив.
Карталов П., М. Дойкова, П. Бошнаков, (2007). Зеленчукопроизводство със семепроизводство, Изд. Виденов и син, София, 147-148.
Allen, R., Perreira, L., Raes, D., Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration, FAO 56, pp.300
Kashyap, V., VinodKumar, S., Collonnier, C., Fusari, F., Haicour, R., Rotino, G.L., Sihachakr, D., Rajam, M.V., (2003). Biotechnology of eggplant. ScientiaHorticulturae 97, 1–25.
Uzen N, Cetin O. (2016). Effects of N fertigation frequency on yield and N retention in drip-irrigated cotton. Journal of Plant Nutrition, 39, 2126–2135.

ЕФЕКТ ОТ НАПОЯВАНЕТО НА ПАТЛАДЖАН СОРТ "БЪЛГАРСКИ 12" ПРИ СРЕДНО РАННО ПОЛСКО ПРОИЗВОДСТВО ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА

Анна Рачова, Весела Петрова-Браничева

Институт по почвознание, агротехнологии и зашита на растенията „Н. Пушкаров“,
Шосе Банкя 5, Селскостопанска Академия, София

**E-mail: a_rachova1977@abv.bg*

Резюме

През 2023 година на територията на опитно поле „Челопечене“ към ИПАЗР „Н. Пушкаров” е проведен експериментален опит при полски условия със средно раннен сорт патладжан „Български 12“. Почвата в изследвания район е излужена Канелена горска. Използвани са тънкостенни лентови поливни крила при капково напояване. Заложени са три варианта на напояване с различни поливни норми 50%, 100% и 120%. Резултатите от изследванията показват връзка между добива и прилаганите поливни норми. При вариантите с 50% поливна норма се наблюдава намаление на добива с 30% в сравнение с оптималния вариант. При вариантите с 100 и 120% поливна норма не се наблюдават съществени различия.

Основна цел: Установяване влиянието на напояването с различни поливни норми върху получения добив от патладжан сренно ранно производство, отглеждан при полски условия.

Ключови думи: капково напояване, напоителна норма, патладжан, добив.

EFFECT OF IRRIGATION ON EGGPLANT VARIETY "BULGARIAN 12" IN MID-EARLY FIELD PRODUCTION ON PRODUCTIVITY

Anna Rachova, Vesela Petrova-Branicheva

Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Poushkarov",
Shose Bankya 5, Agricultural Academy of Bulgaria, Sofia

**E-mail: a_rachova1977@abv.bg*

Abstract

In 2023, on the territory of the experimental field "Chelopechene" at ISSAPP "N. Poushkarov" an experimental trial was conducted under Polish conditions with medium-early eggplant variety "Bulgarski 12". The soil in the research area is leached Kanelena gorska. Thin-walled strip irrigation wings were used in drip irrigation. There are three irrigation options with different irrigation rates of 50%, 100% and 120%. The research results show a relationship between yield and applied irrigation rates. In the variants with a 50% irrigation rate, a yield reduction of 30% was observed compared to the optimal variant. In the variants with 100 and 120% irrigation rate, no significant differences are observed.

Main objective: Establishing the influence of irrigation with different irrigation rates on the yield obtained from eggplants of mid-early production, grown under field conditions.

Key words: drip irrigation, irrigation rate, eggplant, yield.

Въведение

Основните фактори, определящи качеството и количеството на зеленчуковата продукция са: светлината, топлината, влажността, хранителните вещества, степента на плодородие на почвата и др. В проучванията на S. Lovelli et al., 2007, върху коефициента на добива (Ky) за планиране на нуждите от напояване при патладжани, установяват, че растенията през вегетацията проявяват толерантност към водния дефицит през цялата вегетация. Напояването в условията на климатични промени в региона е един от основните фактори на съвременното земеделие, наред със сортовата политика, химизацията, механизацията. Във връзка с това през последните години в страната започнаха да се провеждат полски експерименти с различни култури при различни почвено-метеорологични условия, включващи оптимизиране на отделните фактори от агрокомплекса (напояване, торене, растителни препарати, обработки и др.). В двугодишни полски експерименти (Karam et. al., 2011) за определяне ефекта от напояване върху добива от патладжани, установяват, че при варианта с дефицит на напояването добива и сухото вещество се увеличават значително с 60%, в сравнение с добре поливаните варианти от контролата, а прилагането на дефицитното напояване е и полезно за спестяване на поливната вода.

Направените до сега изследвания с капково напояване зеленчукови култури у нас показват, че може да се очаква увеличение на добива до 20-25%, както и подобряване на качествените показатели на продукцията. (Кирева Р., 2009, Кирева, Р., В. Петрова, 2016). Основна роля за вегетативното и репродуктивно развитие на повечето култури имат азотът, фосфорът и калият. Азотните торове са лесно разтворими и могат да се подават в почвата с помощта на системата за капково напояване посредством инжектор. Те не бива да се внасят наведнъж, за да се избегне повишаването на концентрацията на почвения разтвор.

У нас много малко е засегнат проблема с влиянието на напояването върху добива от патладжан. Патладжанът е традиционна зеленчукова култура за нашата страна. Площите през последните години възлизат на около 20 000 da. За нуждите на консервната промишленост се използват около 65-75% от добивите. Резултатите от представените изследвания представляват добра предпоставка за разработване на кокнкретни препоръки и правила при напояване на земеделските култури в условия на засушаване с оглед подпомагане на фермерите с информация и знания.

Материали и методи

Обектът на изследването е полско насаждение с патладжан средно панене сорт „Български 12“ на опитно поле „Челопечене” на ИПАЗР „ Н. Пушкаров”. Почвите в изследвания район са излужени канелени горски, образувани върху делувиални наноси. По международната класификация на ФАО се определят като Chromic cambisol. По механичен състав почвата е тежко песъчливо - глинеста в орния слой и леко-глинеста в подорния. Водно-физичните свойства се изменят послойно през 0.10 m до 0.60 m дълбочина. Почвата на опитното поле се определя като средно до силно водопропусклива със средна филтрационна способност. Инфилтрацията в орния хоризонт, поради неговата безструктурност, е малка и се увеличава в дълбочина. Опитният участък е равнинен със слабо изразен микрорелеф с общ наклон 1.5%.

Водно-физичните свойства на този почвен подтип средно за слоя 0 – 0.60 m дълбочина те са следните: пределна полска влагоемност (ППВ) – 22.0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва; обемно тегло на почвата при ППВ – 1.47 g/cm³ и влажност на завяхване – 10.0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва.

Таблица 1. Агрохимични анализи на излужена Канелена горска почва в Опитното поле на ИПАЗР “Н. Пушкаров”
Table 1. Agrochemical analyzes of Leached Cinnamon forest soil in the Experience Field of ISSAPP "N. Poushkarov"

Дълбочина	pH		Σ N-NH_4 + NO_3	P_2O_5	K_2O	Хумус
	H2O	KCl	mg/kg	mg/100gr		%
0-0.20	6.3	5.6	14.98	7.45	39.48	2.54
0.20-0.40	6.5	5.6	9.5	6.57	32.08	2.03
0.40-0.60	6.3	5.5	5.18	2.65	25.93	2.16

От направения химичен анализ на средна проба на дълбочина 0-0.60 m. в началото на провеждане на експеримента установихме, че почвата е слабо запасена с азот, ниско запасена с фосфор и средно запасена с калий. (по AL метода). Направихме есенно подхранване на почвата с фосфор P_2O_5 10 kgda^{-1} активно вещество под формата на супер фосфат и с K_2O 10 kg da^{-1} активно вещество под формата на калиев сулфат при обработката на междуредията. Азотните торове азот, като 16 kg da^{-1} активно вещество N под формата на амониева селитра по време на вегетация в три приема общо с поливната система. С оглед поддържане оптималното съдържание на азот в листата при тежки почви (Apostolova, M, Nikolova, M, et. all, 2014)

Годишната сума на валежите в района е 306.20 mm (2023г), при средно за редица от 60 годишни наблюдения 345.23 mm.

Валежите са твърде неравномерно разпределени, както по сезони, така и по месеци. Лятото е много сухо и горещо. Високите среднодеионощни температури водят допълнително до засилване ефекта на сушата през този период от годината.

Метод на залагане на опита: Опитът е заложен по метода на дългите парцелки с по четири повторения от всеки проследяван вариант.

Варианти на опита:

1) V_1 - Напояване с 100 % поливна норма – контрола (поддържане на 80% от ППВ)
2) V_2 - Напояване с намаляване на поливна норма с 50%.
3) V_3 - Напояване с завишаване на поливна норма с 20%.

Размер на поливните, напоителните норми.

Поливните норми са изчислени по формулата:

$m = [10H.\alpha.(\delta т от ППВ – \delta т пр. вл.)].K$ 1)

където,

m – големина на поливната норма в mm;
α – обемна плътност на почвата в gr/cm^3;
H – дълбочина на активния почвен пласт в 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;

За проследяване динамиката на почвената влага са взимани почвени проби през 10 дни на дълбочина до 0.60 m, през 0.10 m в 3 повторения и са обработвани по класическия тегловно термостатен метод.

Добивът по варианти общо за целия вегетационен период е в kg da^{-1}. Данните за добива по варианти и години, са обработени чрез дисперсионен анализ, с помощта на програмният продукт „ANOVA“, като са установени ранговете на доказаност. Добивите са определени в четири повторения за всеки вариант.

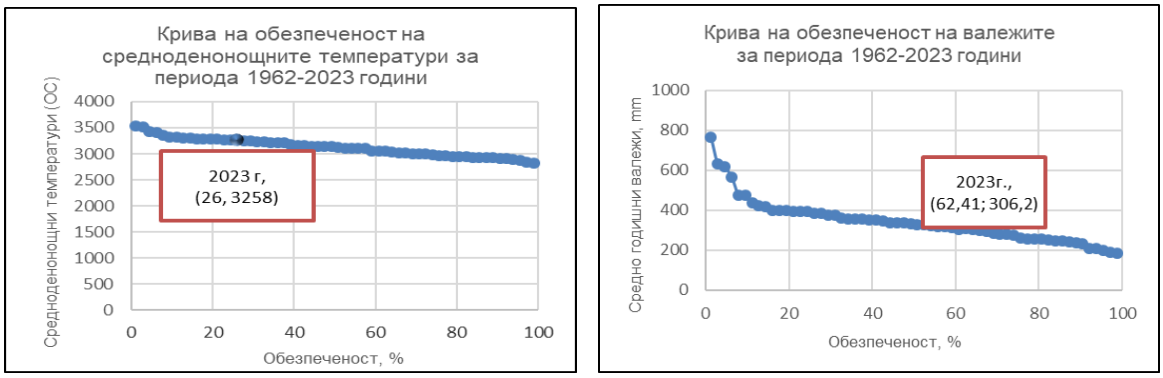
Поливна техника и технология:

Почвената влажност в насаждението се поддържа посредством система за капково напояване. Водоизточникът е сондажен кладенец с дълбочина 42 m., разположен непосредствено до отглежданата култура. Това ще осигури добро техническо решение на напоителното поле и система като цяло. Разстоянията между капкообразувателите по дължината на поливния тръбопровод се избират с оглед контурите на овлажняване на почвата с цел да се осигури равномерно овлажняване на цялата редова ивица. (Petrova, V., et. al, 2016). За прилагане на капкуването е необходима чиста поливна вода, за да се предпазят от запушване капкообразувателите, като водата се подава в разпределителната мрежа под налягане 1 atm.

Резултати и обсъждане

Характеристика на експерименталната година по отношение на вегетационните валежи и среднодеионощната температура.

Направена е характеристика на района на Опитно поле Челопечене-София по отношение на сумата на валежите за периода април – септември. За тази цел е съставен 60-членен статистически ред за периода 1962 – 2023г., въз основа на който е изчислена теоретичната обезпеченост изразена като крива, както и емпиричната обезпеченост на всички съставящи го членове (фиг. 1). и е определена обезпечеността. По отношение на температурата на въздуха 2023 година се характеризира, като топла с обезпеченост 26 %. По отношение на падналите валежи суха с обезпеченост 62.41 % (2023г.), представено графично на Фигура 1.



Фигура 1. Криви на обезпеченост на среднодеионощните температури и падналите валежи за периода 1962 – 2023 г.

Figure 1. Probability curves of mean daily temperature and precipitation for the period 1962 – 2023

Падналите валежи през вегетацията на културата са неравномерно разпределени, което налага реализиране на поливки за допълване на почвения запас в границите от 80% от ППВ до 100% от ППВ.

Поливен режим на средно ранен сорт патладжан

Патладжанените растения са засадени на полето на 30 май 2023 година от готов разсад и е подадена поливка за прихващане с норма 15 mm. По време на периода на адаптация и прихващане, до 9 юни са подадени 3 поливки през 3 дни с поливна норма 10mm.

След разделяне на опитната площ по варианти и повторения са реализирани 22 броя поливки, като при вариантите с оптимално напояване, големина на напоителната норма през вегетационния период е 368.85 mm. През месец юни са подадени 4 броя поливки през 3-4 дена. През втората десетдневка на месец юни са паднали общо валежи 64 mm, които са били достатъчно и не са реализирани поливки. През третата десетдневка на месец юни са подадени две поливки. През месец юли са подадени 6 броя поливки, т.к. на 7.07 и 27.07 са паднали валежи 21 и 18 mm, които са компенсирали поливките. През месец август са реализирани 6 броя поливки със средна поливна норма 19.84 mm, като през третата десетдневка са постъпили 36 mm валеж. През периода на масово плододаване 08.VIII - 27. IX са подадени 10 броя поливки.

Таблица 1. Поливен режим на патладжан за 2023 г.

Дата	Фаза	Брой поливки	Вариант	
			100% m	***50% m***
13. VI	Усилен растеж	1	16.30	8.15
23. VI	Начало на бутонизация	1	14.80	7,40
27. VI	Нарастване на плодовете от 1 бутони и развитие на други цветове	10	12.40	6,20
30. VI			14.30	7,15
4. VII			16.30	8,15
11. VII			14.50	7,25
14. VII			16.30	8,15
18. VII			16.30	8,15
21. VII			16.30	8,15
25. VII			14.80	7,40
1. VIII			17.50	8,75
4. VIII.			18.50	9,25
08.VIII	Масова плододаване/Беритбен период	10	21.75	10,88
18.VIII			21.30	10,65
22. VIII			21.50	10,75
25. VIII			18.50	9,25
5.IX			16.20	8,1
8. IX			16.30	8,15
12. IX			16.30	8,15
15. IX			16.30	8,15
19. IX			18.20	9,1
27. IX			14.20	7,1
M (mm)		22	368.85	184.43

Влияние на поливните режими върху продуктивността от патладжан

През период активно плододаване на експерименталните растения от патладжан се проведоха 4 броя беритби: 1-ва беритба се проведе на 08.08.2023 година; 2-ра беритба се проведе на 18.08.2023 година 3-та беритба се извърши на 05.09.2023 година с отчетен най- голям общ добив и 4-та беритба се проведе на 27.09.2023 година. През експерименталната година най - висок добив се установи при варианта напояван с предполивна влажност 80 % от ППВ при оптималния вариант – 2 850 kg da^{-1}. В таблица 2 са показани резултатите от добивите по варианти. При варианта с използване на редуцирана занижена поливна норма с 50% се установи добив 2 150 kg da^{-1}., а при варианта увеличение на поливната норма с 20% добива е 2 600 kg da^{-1}. Средният добив от 2 850 kg da^{-1} е по-нисък от максималния потенциал на сорта от 4 000 kg da^{-1} което се дължи на почвено климатичните характеристики на района. Но се доближава до средния за страната от 2 300 до 2 500 kg da^{-1}.

Таблица 2. Добиви на патладжан сорт „Български 12“ през 2023 година при различни варианти
Table 2. Yields of eggplant variety "Bulgarian 12" of2023 in different variants

Вариант, Variant	Добив, Yield kgda^{-1}	Спрямо оптималния вариант			GD
		Разлика	% относителен добив	Доказаност	
2023 година					
100 % напояване	2 850	St	100	St	$P_{5\%}$ = 240
50 % напояване	2 150	-700	70	+++.	$P_{1\%}$ =350
120% напояване	2 600	-250	89	+++.	$P_{0.1\%}$ = 405

Проблемът с напояването е лимитиращ фактор за развитието на зеленчукопроизводството. Разработване на конкретни препоръки при реализиране на поливни режими е много важно за получаване на добра продукция.

Заключение

По отношение на температурата на въздуха 2023 година се характеризира, като топла с обезпеченост 26 % и по отношение на падналите валежи суха с обезпеченост 62.41 %

За 2023 г. средно за периода на вегетация на средно ранния сорт патладжан за поддържане на почвената влажност в диапазона 80% от ППВ до 100% от ППВ се наложи подаване на 22 бр. поливни норми с напоителна норма 368.85 mm.

През експерименталната година най- висок добив се установи при варианта напояван с предполивна влажност 80 % от ППВ при оптималния вариант – 2 850 kg da^{-1}. При варианта с използване на редуцирана занижена поливна норма с 50% се установи добив 2 150 kg da^{-1}., а при варианта увеличение на поливната норма с 20% добива е 2 600 kg da^{-1}.

Литература

Apostolova, M., Nikolova, M., Bistrichanon, S., Valeva, N., Jordanov, A., Kostadinova, S., Manolov, I., Mitova, I., Popov, K., & Shaban, N., (2014). Good practices for sustainable crop nutrition management, pp.60.

Gaidarova, S., &Daskalova, A. (2012). Agro-meliorations, pp. 252-256.

Lovelli, S. et. all., (2007), Yield response factor to water (Ky) and water use efficiency of Carthamus tinctorius L. and Solanum melongena L. Agricultural Water ManagementVolume 92, Issues 1–2, 16 August 2007, Pages 73-80)

Karam, F. et al., (2011), Yield and water use of eggplants (Solanum melongena L.) under full and deficit irrigation regimes, Volume 98, Issue 8, 30, Pages1307-1316

Petrova, V., Vilcek, J., &Dimitrov, P. (2010). Model and preparation of a program product for efficient use of irrigation water according to its quality. Agricultural technology 3/2010, pp. 96-101. ISSN 0037-1718.

Petrova, V., & Kireva, R. (2016). Optimizing the depth of irrigation wings in water-saving technologies of intensive crops and vegetables.*Journal of mountain agriculture on the Balkans,* vol. 19, 5, 2016, pp. 170-184, ISSN 1311-0489 (Print), ISSN 2367-8364 (Online).

Кирева, Р., В. Петрова, 2016.Поливен режим и продуктивност на поливната вода на зеленчукови култури при капково напояване, сп. Почвознание, агрохимия и екология, стр. 34-42.

Кирева Р. 2009. Поливен режим на зеленчукови култури, отглеждани при капково напояване в района на Софийското поле, София, сп. Селскостопанска техника, бр.6/2009. стр.2-8.

ANALYSIS OF THE RELIABILITY OF MACHINES FOR THE HARVESTING AND TRANSPORT COMPLEX AND JUSTIFICATION OF THE REQUIREMENTS FOR THEIR RESERVATION

D. A. Domushchi[1], A. D. Ustuyanov[1], A. V. Maletin[1], P. I. Osadchuk[2], Y. I. Enakiev[3]

[1]Odesa State Agrarian University (Odesa, Ukraine)
[2]Odesa National Technological University (Odesa, Ukraine)
[3]Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Agricultural Academy (Sofia, Bulgaria)

d.domuschi@ukr.net, petrosadchuk@ukr.net, a.ustuaynov61@ukr.net, yenakiev@yahoo.co.uk

Abstract

Reliable operation of the machines of the harvesting and transport complex is one of the main requirements for the implementation of the technological process of harvesting grain crops. An analysis of the machines of the harvesting and transport complex is presented, as a complex system consisting of many elements, which is performed using modeling methods. Ensuring trouble-free operation of the machines of the harvesting and transport complex is solved by optimization methods, taking into account various ways to ensure their reliability from the perspective of a systematic approach and taking into account a large number of factors: operating conditions of the machines, organization of preparation of equipment for harvesting work and elimination of failures, level of operation. The requirements for the redundancy of individual elements, links and systems of the harvesting and transport complex are substantiated, in combination with monitoring their condition and restoring failed elements, which is a means for creating highly reliable systems from elements with relatively low reliability.

Key words: harvesting and transport complex, machine, reliability, operable condition, failures, redundancy.

Introduction

Ensuring trouble-free operation of machines (energy technical means – combine harvesters – CH and vehicles – V) of harvesting and transport complexes (HTC) of agricultural enterprises is one of the main directions for increasing the efficiency of agricultural production (Ustuanov et al., 2022). Harvesting grain crops is the final stage of its cultivation, and the quantity of harvested grain, its quality and cost largely depend on the correctness of the chosen harvesting technology (Domushchi and Novakovsky, 2013).

The optimal duration of harvesting work can be determined by economic indicators, taking into account the technical condition of harvesting equipment (Domushchi and Molchanyuk, 2022). Reliable operation of HTC machines is one of the main requirements for the implementation of the harvesting process (Gaiduk et al., 2022). Therefore, the tasks associated with ensuring trouble-free operation of HTC machines represent technical optimization solutions taking into account various ways to ensure their reliability using technical services of various levels of service.

Materials and methods

In agriculture, the components of production cycles are probable (stochastic) in nature. This is especially true for harvesting (Domushchi and Suprunyuk, 2022). Therefore, the method for solving the problem is determined by the need to take into

account a large number of factors: machine operating conditions, organization of preparation of equipment for harvesting work and elimination of failures, level of operation, etc. All this requires consideration of issues from the perspective of a systematic approach. When analyzing complex systems, we use the modeling method. The accuracy of the resulting solutions depends on the adequacy of the models and the accuracy of the initial information.

We will consider reliability as a complex property that includes reliability, maintainability, durability and storage, i.e. in a certain combination of these properties (Topilin et al., 1999). In most cases, units, components and parts (hereinafter referred to as elements) of harvesting machines (combine harvesters) after a failure are restored or replaced with reserve ones, which makes it possible to restore the functionality of harvesting machines without a long loss of time (Domushchi et al., 2009).

Restoration and preventive maintenance of harvesting machines does not eliminate the possibility of failures, but significantly reduces their likelihood, i.e. increase reliability (Domushchi et al., 2004). A mathematical description of the processes of failure occurrence taking into account restoration and technical service (prevention) is called reliability modeling (Molchanyuk et al., 2022).

Results and discussion

When determining the reliability of HTC machines with restoration, we consider it as a complex system consisting of many elements. In the general case, the operation of harvesting machines in the management center can be represented as two alternating intervals:

t_{ij} – operating time;

τ_{ij} – downtime.

We will represent the harvesting of grain crops HTC as a set of states of combine harvesters – N and vehicles – N_t, changing and alternating in time. In this case, the following options are possible: when all machines (CH and V) are working in the V, the productivity is the maximum possible; the technological complex operates with reduced efficiency – some of the machines are faulty; The technological complex does not work at all – all the machines are faulty (Domushchi et al., 2023).

We determine the operating efficiency of the V by assessing the impact of failures of various machines on the degree to which their productivity is realized. Total number of unit failures – $n(t)$, units. in the time interval $[0; t]$ is determined from the equality:

$$n(t) = \sum_{i=1}^{n} n_i(t), \qquad (1)$$

where $n_i(t)$ – number of failures of the i-th element during time – t, units.

The total operating time of the energy means – machine (CH and V) – t, hours is determined from the expression:

$$t = T_p(t) + T_в(t), \qquad (2)$$

where $Tp(t)$, $Tв(t)$ – the total time of operation and restoration of the machine's operability respectively, hours.

Let us imagine the number of CH – N, units. in the V, as the sum of technically operable and recoverable objects:

$$N = N_p(t) + N_в(t) \qquad (3)$$

Let the technological complex operate in a stationary mode, and the distributions of failure-free operation and recovery are described by an exponential function. Then we can assume that the values of the probability of failure-free operation and availability coefficient - K_g are equal (Domushi et al., 2022):

$$K_{\Gamma} = \left(1 + \frac{T_B(t)}{T_p(t)}\right)^{-1}; \quad K_{\Gamma} = \left(1 + \frac{N_{Bi}}{N_{Pi}}\right) \tag{4}$$

Total downtime of CH – V, hours due to the "*i-i*" machine in the time interval [*0; t*] is determined from the expression:

$$T_B = \lim_{t\to\infty} \frac{T_{Bi}}{t} = K_{\Gamma} \sum_{i=1}^{N} \frac{\tau_{Bi}}{t_i}. \tag{5}$$

The average failure time per unit time per machine is λ_i, *h*. For elements of each type is determined from the expression (Wentzel, 1972):

$$\lambda_i = \lim_{t\to\infty} \frac{n(t)}{t} = \frac{K_{\Gamma}}{t_{pi}}. \tag{6}$$

The average time of failure-free operation of the combine – t_p, is determined from the expression:

$$\bar{t}_p = \left(\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{t_{pi}}\right)^{-1}. \tag{7}$$

The average downtime of a combine is determined from the expression:

$$\bar{\tau}_B = \bar{t}_p \sum_{i=1}^{N} \frac{\tau_{Bi}}{t_{pi}}. \tag{8}$$

To determine the probability of failure-free operation of an CH, it is necessary to take into account all mutually exclusive ways of failure occurrence. It should be noted that restoration without redundancy increases reliability only in the sense of availability, while the probability of failure-free operation does not change.

Redundancy of individual elements of units and V systems as a whole, combined with monitoring their condition and restoration of failed elements, is a means for creating highly reliable systems from elements with relatively low reliability (Domushchi et al., 2018). Reservation of HTC with complete machines (CM) involves keeping fluctuations in the availability factor – k_g within the planned value. This will ensure that harvesting work is completed within the established agrotechnical timeframes.

Element-by-element redundancy of the V provides for separate backup vehicles in the technical waiting area; elements (parts, assemblies) for harvesting machines at different reserve warehouses; backup machines during operation for the harvesting unit or technological complex. With fractional redundancy, as with general redundancy, there can be a constantly on and cold reserve.

Let us present the optimal reservation problem as follows. Let there be a system consisting of *N* subsystems or elements independent from each other. Each subsystem itself can represent a parallel, serial or some other connection of similar elements. So, if we talk about providing the system with spare elements, then a subsystem can be considered a link consisting of machines of the same type, which in case of failure are

replaced by machines of the same type. In relation to a machine, assembly units, assemblies or individual parts, etc. can be considered as elements.

Assuming an exponential law of distribution of reliability indicators, the FBR of the CH link with "*X*" reserve combines when redundant with a fractional multiplicity for any value of "*m*" can be written as (Wentzel, 1972):

$$P_m(t) = e^{-\lambda t}\sum_{i=1}^{x}\frac{(\lambda_0 t)^i}{i!}, \quad (9)$$

then $\lambda_0 = N\lambda_i$ – failure rate.

Let us evaluate the influence of the number of reserve combines on the readiness of technological units (TU) of the HTC. In the general case, we will assume that the technical task functions effectively if the number of faulty machines does not exceed the number of standby machines. According to Poisson's law, the probability of occurrence of "*n*" failures in the interval *[0; t*] will be equal to (Wentzel and Ovcharov, 1991):

$$P_n = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n} \quad (10)$$

In this case, the technical task will work flawlessly if not a single machine fails, if one or two fail, etc. up to "*x*" inclusive.

The probability that the technical assignment will not fail (will work with the same efficiency) is equal to the sum of the specified probabilities, i.e.:

$$P_m(n < x) = e^{-\lambda t}\sum_{i=1}^{x}\frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} \quad (11)$$

The harvesting and transport complex, consisting of "*m*" main and "*x*" reserve combines – *N*, will fail when using all the main and reserve – (*m*+*x*) combines. Time to failure will be equal to the sum: $t_c = t_1 + t_2 + ... + t_n$, i.e. there is a need for spare backup elements.

Assuming that the distributions of all time values "*t*" obey the same law, we can determine the number of reserve elements using the formula (Enakiev et al., 2016):

$$n_p = \left[\frac{\frac{2t_n N}{t_э}}{\sqrt{\frac{(A\nu)^2 + 4tN}{t_э}} - A\nu}\right]^2 - N \quad (12)$$

From expression (12) it is clear that ensuring the operation of the system with a given confidence probability (*A*) is influenced by the designed and actual service life of the elements (t_n, t_e), the number of machines in the V (*N*) that this element uses and the coefficient of variation (ν).

The presented methodology for assessing the reliability of combine harvesters and HTC vehicles indicates the need for repair and technical actions and justification of the requirements for redundancy of HTC elements and machines.

Conclusion

An analysis of the work of the harvesting and transport complex is presented, as a complex system consisting of many machines – energy technical means – grain harvesters and vehicles, which is performed using modeling methods.

Ensuring trouble-free operation of harvesting and transport complex machines is solved by optimization methods, taking into account various ways to ensure their reliability from the perspective of a systematic approach and taking into account a large number of different factors – production, technological, technical and organizational.

The requirements for the redundancy of individual elements and machines of the harvesting and transport complex, in combination with monitoring their condition and restoring their functionality, are substantiated.

References

1. Ventzel E. S. 1972. Operations Research. M.: Sov. Radio, P. 552.
2. Ventzel E. S., L. A. Ovcharov. 1991. Theory of random processes and its engineering application. M.: Nauka. P. 384.
3. Gaiduk V. O., E. V. Molchanyuk, V. P. Suprunyuk, D. P. Domuschi, P. D. Ustyanov. 2022. Ways to improve the reliability of current grain harvesting machines. Current aspects of the development of science and education: materials of the II International Scientific and Practical Conference of Scientific and Pedagogical Scientists and Young Scientists (Odessa, 08-09 April 2022) / Odessa State Agrarian University. Odesa: ODAU. 283-286.
4. Domuschi D. A., V. O. Zakharenko, A. P. Lipin. 2018. Monitoring the efficiency of grain harvesters and improving their technical service. Agrarian newsletter of the Black Sea region: Zb. Sci. Odessky Ave. DAU. Technical sciences. Odesa: ODAU. №90. 75-84.
5. Domuschi D. A., P. I. Osadchuk, A. D. Ustyanov, E. V. Molchanyuk, Y. I. Enakiev. 2023. Probabilistic assessment of the condition of machines of the main technological link of the harvesting and transport complex. Collection of reports of the scientific forum with international participation “Ecology and agricultural technologies - fundamental science and practical implementation”: Volume 4; (December 5-6, 2022). Sofia, 109-116.
6. Domuschi D. P., P. I. Osadchuk, Y. I. Yenakiev. 2022. Equipment and selection of features and methods of repair and maintenance of equipment for collection and transport complexes. Current aspects of the development of science and education: materials of the II International Scientific and Practical Conference of Scientific and Pedagogical Practitioners and Young Scientists (Odesa, 08-09 April 2022). Odesa State Agrarian University. Odesa: ODAU. 290-293.
7. Domuschi D. P., M. A. Novakovsky. 2013. Features of the organization of the technological process of harvesting grain crops. Agrarian newsletter of the Black Sea region: Zb. Sci. Odessky Ave. DAU. Technical sciences. Odesa: ODAU. №65. 157-161.
8. Domuschi D. P., E. V. Molchanyuk. 2022. Conditioning of optimal dryness of harvesting grain crops. Agricultural science: development prospects: materials of the 2nd All-Ukrainian scientific and practical conference (Odessa, November 24-25, 2022). Odessa State Agrarian University. Odessa: ODAU, 45-47.
9. Domuschi D. P., V. P. Suprunyuk. 2022. Analysis of technologies and methods of machine harvesting of grains and leguminous crops. Agricultural science: development prospects: materials of the 2nd All-Ukrainian scientific and practical conference (Odessa, November 24-25, 2022). Odessa State Agrarian University. Odessa: ODAU. 48-51.

10. Domuschi D. P., A. Yu. Tarasenko, D. D. Dimov. 2009. Ensuring the reliability of grain harvesters and priming of spare parts. Agrarian newsletter of the Black Sea region: Zb. Sci. Odessky Ave. DAU. Technical sciences. Odesa. №48. 187-190.
11. Domuschi D. P., V. D. Ignatov, Y. I. Yenakiev. 2004. Operational safety of robotic grain harvesters Don-1500 for harvesting grain crops. Agrarian newsletter of the Black Sea region: Zb. Sci. Odessky Ave. DAU. Technical sciences. Odesa, №24. 138-145.
12. Enakiev Yu. I., D. A. Domuschi, M. Mikhov. 2016. Operational reliability of combines when harvesting grain. IV Scientific Congress Agricultural Machinery, Varna, Bulgaria, 22-25.06.2016, ISSN: 1310-3946. Scientific news: Scientific technical union of mechanical engineering, Year XXIV, Issue No. 17(203), June 2016. 87-91.
13. Molchanyuk E. V., D. P. Domuschi, P. D. Ustyanov. 2022. Operational safety of machines of collection and transport complexes by methods of resource reservation. Current aspects of the development of science and education: materials of the II International Scientific and Practical Conference of Scientific and Pedagogical Practitioners and Young Scientists (Odessa, 08-09 April 2022). Odessa State Agrarian University. Odesa: ODAU. 296-298.
14. Topilin G. E., G. F. Firsov, S. Yu. Khotin, D. P. Domuschi. 1999. Reliability of agricultural technology. Chief assistant. Odesa: OCNTI. P. 66.
15. Ustyanov P. D., D. P. Domuschi, V. P. Suprunyuk, A. V. Guslavsky. 2022. The main direct provision of the state-of-the-art equipment for the machine and tractor fleet of agricultural enterprises. Current aspects of the development of science and education: materials of the II International Scientific and Practical Conference of Scientific and Pedagogical Practitioners and Young Scientists (Odesa, 08-09 April 2022). Odesa State Agrarian University. Odessa: ODAU. 309-313.

THEORETICAL ASPECTS OF THE PROCESS OF COAGULATION OF IMPURITIES IN DISPERSED FLOWS

P. I. Osadchuk[1], D. A. Domushchi[2], Y. I. Enakiev[3]

[1]Odesa National Academy of Food Technologies (Odesa, Ukraine)
[2]Odesa State Agrarian University (Odesa, Ukraine)
[3]Nikola Poushkarov Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection (Sofia, Bulgaria)

petrosadchuk@ukr.net, d.domuschi@ukr.net, yenakiev@yahoo.co.uk

Abstract

The article presents theoretical calculations of the process of coagulation of impurities in dispersed flows. The change in the dispersed composition of impurities during coagulation is considered on the basis of the concept of anisotropy of the free path of particles and a special scale of class intervals of the histogram of their size distribution. The probabilities of class intervals are determined by the methods of Markov chain theory.

Key words: coagulation, impurities, dispersed flows, Markov chain theory.

Introduction

In dispersed flows, the suspension-carrying medium has a velocity field, which generates a second velocity field, where there is a new parameter – particle size δ (Khmelev, 2010; Harutyunyan et al., 2004). This parameter is included in the particle velocity distribution. Abbasi et al., 2016). This is a fundamental difference between the kinetics of gas molecules and the kinetics of impurity particles (Asgari, et al., 2017; Osadchuk et al., 2020). If in the kinetic theory of gases, the mean free path does not depend on the direction, then the probability of a particle colliding depends on the direction of its movement (Bird et al., 1974; Gurman, 1973; Mahmood-Fashandi et al., 2017).

This implies the advisability of introducing the concept of anisotropy of the free path of particles. In rotary machines, it is necessary to distinguish between the free paths in the radial and tangential directions, and in the case of plane-parallel motion - in the longitudinal and transverse directions. (Osadchuk et al., 2022). Therefore, in what follows, by the velocity of a particle we will understand one of its components (the one in the direction of which the largest number of collisions occurs). (Osadchuk et al., 2021; Osadchuk et al., 2023).

Results and Discussion

Let us denote $\vartheta(\delta)$ the speed of a particle with diameter δ. Here, by diameter we mean the diameter of the ball, which is equivalent in volume to the particle. At a distance of mean free path λ, an equivalent ball displaces a space having a volume:

$$B = \frac{\pi\delta^2}{4}\lambda$$

Since the volume of a sphere equivalent to a particle is equal to:

$$B = \frac{\pi\delta^3}{6},$$

then during the free run the ball occupied a fraction of the space displaced by it equal to:

$$C = \frac{B_0}{B} = \frac{2\delta}{3\lambda}$$

This fraction is a local model of volumetric concentration, from which the formula for the mean free path of particles follows:

$$\lambda = \frac{2\delta}{3c}, \qquad (1)$$

where *c* – is the volume concentration of particles in the dispersed flow.

In equality (1) all three quantities have average values. A more accurate formula (1) has the form:

$$\lambda = \frac{2m_3}{3cm_2},$$

where m_2, m_3 – are the initial moments of the particle diameter distribution:

$$m_2 = \int_0^\infty \delta^2 f(\delta) d\delta \qquad m_3 = \int_0^\infty \delta^3 f(\delta) d\delta,$$

f(δ) – probability density of particle size distribution.

For most impurities, *f(δ)* – is t prohebability density of the lognormal distribution law.

To determine the dependence of coagulation efficiency on time, we write down the free travel time:

$$t = \frac{\lambda}{\vartheta}, \qquad (2)$$

where is ϑ – the diffusion velocity equal to the standard deviation,

that is: $\vartheta = \sqrt{D_V}$,

where $$D_V = \frac{1}{\sigma(\delta_{\max} - \delta_{\min})} \iiint_\sigma d\sigma \int_{\delta_{\min}}^{\delta_{\max}} (\vartheta(\delta) - \bar{\vartheta})^2 d\delta,$$

$$\bar{\vartheta} = \frac{1}{\sigma(\delta_{\max} - \delta_{\min})} \iiint_\sigma d\sigma \int_{\delta_{\min}}^{\delta_{\max}} \vartheta(\delta) d\delta,$$

σ – volume of the working area,

δ_{max}, δ_{min} – boundaries of variation of particle diameters.

Taking the free travel time as a unit of discrete time, it is possible to construct matrices of transition probabilities of the Markov chain.

The coagulation of dispersed medium particles is determined by a non-stationary random process with a particle size distribution function for any moment in time. If the range of sizes x_0 π x π x_n is divided into n classes (x_{i-1} π x π x_i, i = 1; 2;….; n) then the state of the system consisting of these classes will be described by the vector:

$$\bar{p}(t) = (p_1(t), p_2(t),....., p_i(t),....., p_n(t)), \quad (3)$$

where $p_i(t)$ – is the probability of the particle size belonging to the i-th class at time t.

Thus, studies of particle coagulation can be reduced to the study of systems with a discrete number of states, using for this purpose the theory of Markov chains; a graphical interpretation of the state of the Markov chain is depicted by a histogram of the particle size distribution at time t. To obtain the vector p, it is necessary to determine the class boundaries so that the matrix of transition probabilities p_{ij} has the simplest form, that is, it has the largest possible number of zeros.

It is obvious that $p_{ij} = 0$ if $i \varphi j$. This property follows from the fact that when two particles are glued together, the new particle cannot have an equivalent size smaller than either of them. Let us show that with the relation:

$$\frac{x_k}{x_{k-1}} = \sqrt[3]{2}$$

the diagonal elements of the transition probability matrix are equal to zero. Indeed, if two minimal particles of the i-th class formed a new particle, then the new equivalent diameter δ_j is obtained from the equality:

$$\delta_j^3 = 2\delta_{i-1}^3$$

Where it follows:

$$\frac{\delta_j}{\delta_{i-1}} = \sqrt[3]{2}$$

Therefore, for any two particles δ' and δ'' and from the interval δ_{i-1} π δ π δ_i the following inequality holds:

$$(\delta')^3 + (\delta'')^3 \geq 2(\delta_{i-1})^3 = \delta_i^3$$

Then, under the condition p_{ii} = 0, the matrix of transition probabilities has the form

$$A = \begin{pmatrix} 0..p_{12}p_{13}.....p_{1i}.....p_{1,n-2}p_{1,n-1}p_{1n} \\ 0..0..p_{23}.....p_{2i}.....p_{2,n-2}p_{2,n-1}p_{2n} \\ ---------- \\ ---------- \\ 0..0..0.....0...0.....p_{n-2,n-1}....p_{n-2,n} \\ 00000.....0...0.....0.....p_{n-1,n} \\ 00000.....0...0.....0.....1 \end{pmatrix}$$

The last row of matrix *A* gives the diagonal element $p_{nn} = 1$, if the number *n* in is assigned to the class interval x_{n-1} π *x* π ∞.

Let's calculate the transition probabilities of the first row of matrix *A*. To do this, write the class boundaries in ascending order.

$$x_0 \ \pi \ \sqrt[3]{2}x_0 \ \pi \ \sqrt[3]{4}x_0 \ \pi \ 2x \ \pi \ 2\sqrt[3]{2}x_0 \ \pi \ 2\sqrt[3]{4}x_0 \ \pi \ \ldots \sqrt[3]{2^i}x_0 \ \pi \ \ldots \ \pi \ \sqrt[3]{2^n}x_0 \ \pi \ \ldots$$

If particles of the first class combine, then they form particles in the interval

$$\sqrt[3]{2x_0^3} \ \pi \ x \ \pi \ \sqrt[3]{2(\sqrt[3]{2}x_0)^3}; \sqrt[3]{2}x_0 \ \pi \ x \ \pi \ \sqrt[3]{4}x_0$$

Similarly, we obtain the intervals of new particles formed as a result of the adhesion of particles of the first class with particles of other classes (Table 1).

Table 1. Intervals of new particles after coagulation involving particles of the first class

J	New particle interval	Interval length
1	$2^{\frac{1}{3}}x_0 \ \pi \ x \ \pi \ 2^{\frac{1}{3}}(1+2^0)^{\frac{1}{3}}x_0$	$\sqrt[3]{2}(\sqrt[3]{2}-1)x_0$
2	$(1+2)^{\frac{1}{3}}x_0 \ \pi \ x \ \pi \ (2(1+2))^{\frac{1}{3}}x_0$	$\sqrt[3]{3}(\sqrt[3]{2}-1)x_0$
3	$(1+2^2)^{\frac{1}{3}}x_0 \ \pi \ x \ \pi \ (2(1+2^2))^{\frac{1}{3}}x_0$	$\sqrt[3]{5}(\sqrt[3]{2}-1)x_0$
. . .	…….. …….. ……..	…….. …….. ……
J	$(1+2^{j-1})^{\frac{1}{3}}x_0 \ \pi \ x \ \pi \ (2(1+2^{j-1}))^{\frac{1}{3}}x_0$	$\sqrt[3]{1+2^{j-1}}(\sqrt[3]{2}-1)x_0$
. . .	…….. …….. ……..	…….. …….. ……..
N	$(1+2^{n-1})^{\frac{1}{3}}x_0 \ \pi \ x \ \pi \ (2(1+2^{n-1}))^{\frac{1}{3}}x_0$	$\sqrt[3]{1+2^{n-1}}(\sqrt[3]{2}-1)x_0$

Let's denote:

S_{ij} – is the length of the interval obtained as a result of the intersection of the *i*-th class of the histogram with the *j*-th class of Table 1;

l_j – length of the *i*-th histogram class;

L_i – length of the *j*-th interval of table 1.

Each interval of Table 1 can be represented by a linear combination of histogram classes and obtain the equality:

$$\sum_{i=1}^{n} S_{ij} = L_j = (\sqrt[3]{2}-1)\sqrt[3]{1+2^{j-1}}\,x_0$$

The left side of this equality can be transformed to the:

$$\sum_{i=1}^{n} S_{ij} = \sum_{i=1}^{n} \theta_{ij} l_i$$

Where θ_{ij} – is a coefficient whose values lie in the interval [0,1].

After substitution:

$$l_i = \sqrt[3]{2^{i-1}}\,(\sqrt[3]{2}-1)x_0$$

we find

$$(\sqrt[3]{2}-1)x_0 \sum_{i=1}^{n} \theta_{ij} \sqrt[3]{2^{i-1}} = (\sqrt[3]{2}-1)x_0 \sqrt[3]{1+2^{j-1}} \qquad (4)$$

Now we can calculate the transition probability P_{ij}, which is equal to the geometric probability, that is, the ratio of the sum of segments with lengths S_{ij} to the sums of segments with lengths L.

$$P_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^{n} S_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} L_j}$$

After reductions taking into account (4) we obtain:

$$P_{ij} = \frac{\theta_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} \sqrt[3]{1+2^{i-1}}} \qquad (5)$$

All transition probabilities P_{ij} are calculated similarly. The concepts of event flux density a_{ij} of a given state system are defined by the relation:

$$a_{ij} = \frac{p_{ij}}{\bar{t}}$$

where is the $\bar{t}$ average free travel time of a dispersed phase particle. For known values of flux densities, calculating vector (3) reduces to solving the system of Kolmogorov equations with initial conditions:

$$P_1(0) = p_{01};\ p_2(0) = p_{02};\ldots..;\ p_n(0) = p_{0n};\ \sum_{i=1}^{n} p_{0i} = 1.$$

To calculate the coagulation process, we use (5) and obtain a matrix of transition probabilities:

$$A = \|p_{ij}\| = \begin{pmatrix} 0..0{,}165..0{,}168..0{,}145..0{,}135..0{,}131..0{,}129..0{,}127 \\ 0..0.....0{,}199..0{,}180..0{,}165..0{,}157..0{,}150..0{,}150 \\ 0..0.....0.....0{,}231..0{,}210..0{,}194..0{,}181..0{,}183 \\ 0..0.....0.....0.....0{,}276..0{,}252..0{,}249..0{,}221 \\ 0..0.....0.....0.....0.....0{,}347..0{,}317..0{,}339 \\ 0..0.....0.....0.....0.....0.....0{,}462..0{,}538 \\ 0..0.....0.....0.....0.....0.....0.....1 \\ 0..0.....0.....0.....0.....0.....0.....1 \end{pmatrix}$$

In these calculations we will use the concentration of impurities c_0 and the mean free

$$l_0 = \frac{2m_3}{3c_0 m_2}$$

Where l_0 – is the average free path of impurity particles before it merges with another particle.

If the average speed of a particle ϑ_0 is equal to, then the travel time is equal to:

$$\tau_1 = \frac{l_0}{\vartheta_0} = \frac{2m_{31}}{3c_0 m_{21}\vartheta_0}$$

The second index of both moments shows the number of the calculation step of the program.

Let us consider in detail the process of changing the granulometric composition of impurity particles as a result of coagulation during the first interval τ_0. According to the theory of Markov chains, during the first step of changing the state of the system, its state vector will become equal to:

$$\overline{P_1} = (P_{01}, P_{02}, P_{03}, ..., P_{08}) * A$$

Here P_{0i} is the class probability of containing a particle in a i class.

$$\sum_{i=1}^{8} P_{0i} = 1$$

Table 2 shows a histogram of the initial particle size distribution. Let's write the histogram data in tabular form:

Table 2. Histogram of initial particle size distribution

N	Class	Probability P_i
1	$\delta_0 - \sqrt[3]{2}\delta_0$	0,02
2	$\sqrt[3]{2}\delta_0 - \sqrt[3]{4}\delta_0$	0,08
3	$\sqrt[3]{4}\delta_0 - 2\delta_0$	0,10
4	$2\delta_0 - 2\sqrt[3]{2}\delta_0$	0,33
5	$2\sqrt[3]{2}\delta_0 - 2\sqrt[3]{4}\delta_0$	0,29
6	$2\sqrt[3]{4}\delta_0 - 4\delta_0$	0,15
7	$4\delta_0 - 4\sqrt[3]{2}\delta_0$	0,02
8	$4\sqrt[3]{2}\delta_0 - \infty$	0,01

Let's write down the matrix – the row of the initial state vector

$$\overline{P_0} = (0{,}02;0{,}08;0{,}10;0{,}33;0{,}29;0{,}15;0{,}02;0{,}01) \quad (6)$$

Using a computer program, we calculate the vector $\overline{P_1}$ by multiplying the row matrix by the square matrix $\overline{P_0}$ of transition probabilities A. As a result of the calculation, a new distribution of larger particles is obtained:

$$\overline{P_1} = (0;0{,}033;0{,}019;0{,}04;0{,}128;0{,}199;0{,}254;0{,}302) \quad (7)$$

So, over time τ_1, the initial dispersed composition (6) due to coagulation processes changed due to the enlargement of particles (7).

First step: $P_1 = P_0 A$

$$\overline{P_1} = (0;0{,}033;0{,}019;0{,}041;0{,}129;0{,}198;0{,}255;0{,}302)$$

$$\Delta P_1 = 1 - 0975 = 0{,}025$$

Second step:

$$\overline{P_1} = (0;0;0{,}007;0{,}01;0{,}021;0{,}061;0{,}148;0{,}729)$$

$$\Delta P_1 = 1 - 097 = 0{,}03$$

The granulometric composition obtained over time is calculated in a similar way.

$$\tau_2 = \tau_1 + \frac{2m_{32}}{3c_0 m_{22} \vartheta_0}$$

After the *n* program steps, the dispersed composition will obey the formula

$$\overline{P_n} = \overline{P_0} * A^n$$

$$\left(\begin{array}{l} \overline{P_1} = \overline{P_0} * A \\ \overline{P_2} = \overline{P_1} * A = P_0 * A * A = P_0 * A^2 \\ \overline{P_3} = P_2 * A = (P_0 * A^2) * A = P_0 * A^3 \end{array} \right)$$

The time during which the dispersed composition was formed $\overline{P_n}$ is equal to,

$$\tau_n = \frac{2}{3c_0 V} \sum_{k=1}^{n} \frac{m_{3k}}{m_{2k}}$$

At each step, the probability density $f_k(\delta)$, is calculated, from which both moments are calculated:

$$m_{2k} = \int_0^\infty \delta^2 f_k(\delta) d\delta$$

$$m_{3k} = \int_0^\infty \delta^3 f_k(\delta) d\delta$$

The probability density $f_k(\delta)$ is approximated by smoothing the distribution histogram P_k.

Figure 1 shows the initial particle size distribution.

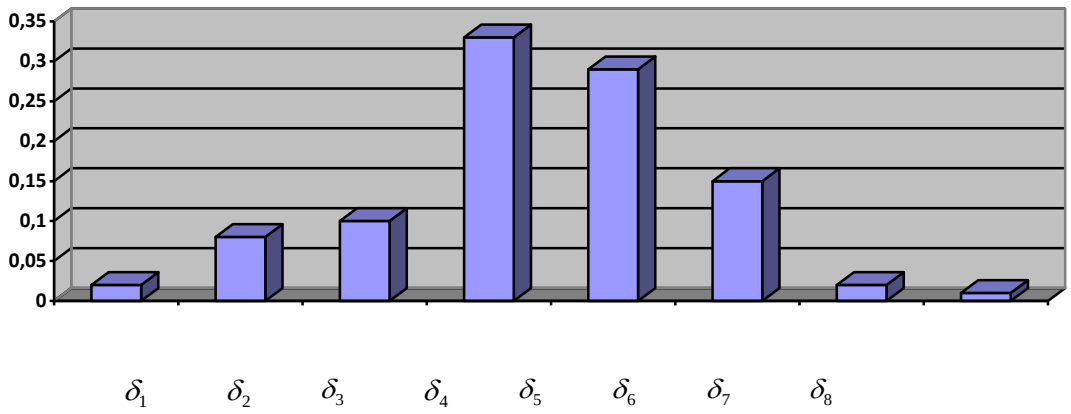


Figure 1. Initial particle size distribution

Following this technique, a table of transition probabilities of particles in class intervals as a result of adhesion after the first collision was calculated. The results presented were used to select the optimal residence time of oil in the working area of the machine.

Conclusion

Theoretical calculations of the process of coagulation of impurities in dispersed flows have been developed. Based on the theory of Markov chains, the probabilities of class intervals are determined.

The process of changing the granulometric composition of impurity particles as a result of coagulation over a certain time interval is considered.

The change in the dispersed composition of impurities during coagulation is considered on the basis of the concept of anisotropy of the free path of particles and a special scale of class intervals of the histogram of their size distribution.

References

1. Abbasi, R., M. Ghavami, M. Gharachorloo, H. Mahmood-Fashandi. 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.
2. Asgari, S., Sahari, M. A. & Barzegar, M. 2017. Practical modeling and optimization of ultrasound-assisted bleaching of olive oil using hybrid artificial neural network-genetic algorithm technique. Computers and Electronics in Agriculture, 140, 422-432.
3. Bird R., V. Stewart, E. Lai Foot. 1974. Transfer phenomenon. M., “Chemistry”, p. 688.
4. Gurman A. A. 1973. Application of similarity theory to the study of heat and mass transfer processes. M., “Higher School”, p. 295.
5. Harutyunyan, N. S., Kornen, E.P. & Nesterova, E. A. 2004. Refining oils and fats. Theoretical foundations, practice, technology, equipment, SPb. GIORD, 288.
6. Khmelev, V. N. 2010. The use of high-intensity ultrasound in industry. Alt. State Tech. Univ, BTI. Biysk: Publishing House Alt. State Tech. University, 203.
7. Mahmood-Fashandi, H., Ghavami, M., Gharachorloo, M., Abbasi, R. & Khaneghah, A. 2017. Using of ultrasonic in degumming of soybean and sunflower seed oils: Comparison with the conventional degumming. Journal of Food Processing and Preservation, 1(41), 41-50.
8. 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. No. 2(26), 486-491.
9. Osadchuk, P. I., D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, B. P. Elenov. 2022. Theoretical justification of the operating modes of a periodic activity of vegetable oil purification. Research in Agricultural Engineering. №68, 35-40. https://doi.org/10.17221/107/2020-RAE.
10. Osadchuk, P. I., D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, B. P. Elenov. 2022. Cleaning sunflower oil with the use of the ultrasonic field. 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE-2022) Conference Proceedings. 1-5, DOI: 10.1109/EEAE53789.2022.9831328.
11. Osadchuk P. I., O. G. Burdo, A. V. Zykov, D. A. Domuschi, Yu. I. Enakiev. 2021. Analysis of standard and innovative energy technologies for purification of vegetable oils. Collection of reports from a scientific forum with international participation “Ecology and agricultural technologies – fundamental science and practical implementation.” Volume 3. Sofia, 178-183.
12. Osadchuk, P. I., K. A. Sheida Golbad, T. A. Revenyuk, D. A. Domuschi, Y. I. Enakiev. 2023. Innovative technology for purifying vegetable oils using electrophysical fields. Collection of reports from a scientific forum with international participation “Ecology and agricultural technologies – fundamental science and practical implementation”. Volume 4. Sofia, 103-108.

ХИМИЧЕН КОНТРОЛ НА ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕТО ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА МЕДИЦИНСКА ЛАЙКА (*Matricaria chamomilla L.*)

Десислава Ангелова, Станко Станев

Институт по розата и етеричномаслените култури – Казанлък

E-mail:desita7706@abv.bg, sdstanev@abv.bg

Резюме

През периода 2022-2023 г. в опитното поле на Институт по розата и етеричномаслените култури, Казанлък е проведен полски опит с хербициди при отглеждане на медицинска лайка (Matricaria chamomilla L.) сорт „Лазур“.

Изследвана е хербицидната ефикасност и селективност на Пледж 50 ВП (флумиоксазин), Смерч 24 ЕК (оксифлуорфен), Бисмарк КС (кломазон+пендиметалин) и Челиндж 600 СК (аклонифен) приложени почвено преди разсаждане на медицинската лайка.

Резултатите показват, че Пледж 50 ВП и Смерч 24 ЕК успешно контролират едногодишните видове установени в насаждението (Amaranthus retroflexus L., Chenopodium album L., Polygonum aviculare L., Portulaca oleracea L.). Продължителността на почвеното действие на хербицидите се запазва до 60-тия ден след третиране.

Бисмарк КС и Челиндж 600 СК проявяват по-слабо действие спрямо едногодишните плевели като плътността им достига до 28-34% в сравнение с контролата.

През целия период на изпитване на хербицидите не е установена фитотоксичност върху медицинската лайка.

***Ключови думи**:* Matricaria chamomilla L., плевели, хербициди, ефикасност, селективност.

CHEMICAL CONTROL OF WEEDS IN GROWING OF MEDICINAL CHAMOMILE (*Matricaria chamomilla L.*)

Desislava Angelova, StankoStanev

Institute for roses and aromatic plants - Kazanlak

Abstract

During the period 2022-2023, in the experimental field ofthe Institute for roses and aromatic plants – Kazanlak, was conducted a field experiment with herbicides in the cultivation of medicinal chamomile (Matricariachamomilla L.) variety "Lazur".

The herbicidal efficacy and selectivity of Pledge 50 VP (flumioxazin), Smerch 24 EC (oxyfluorfen), Bismark KS (clomazon+pendimethalin) and Challenge 600 SC (aclonifen) applied to the soil before planting medicinal chamomile were investigated.

The results show that Pledge 50 VP and Smerch 24 EC successfully control the annual species established in the plantation (Amaranthus retroflexus L., Chenopodium album L., Polygonum aviculare L., Portulaca oleracea L.). The duration of the soil action of the herbicides is preserved until the 60th day after treatment.

Bismark KS and Challenge 600 SK show a weaker effect on annual weeds, their density reaching 28-34% compared to the control.

No phytotoxicity was found on medicinal chamomile during the entire period of herbicide testing.

***Key words**:* Matricaria chamomilla L.*, weeds, herbicides,* efficacy, selectivity.

Въведение

Лайката има широко приложение в медицината, парфюмерията, козметиката и ароматерапията (Yankulov, 2000; Singh et al., 2011).

Медицинската лайка (Matricaria chamomilla L.) е едногодишно тревисто растение от сем. Сложноцветни (Asteraceae). За получаване на етерично масло и за дрога се използват цветните кошнички заедно с дръжките до 2 cm. По оцветяване на етеричното масло могат да се отделят два типа лайка – хамазуленов тип с интензивно синьо оцветяване и бисабололов тип с жълто-кафяво оцветяване на етеричното масло (Nedkov et al., 2005).

Лайката се размножава със семена – чрез директна сеитба, чрез самозасяване, а през последните години и чрез разсад.

В Института по Ботаника при БАН е проучена възможността за масово отглеждане на културата чрез разсад (Evstatieva & Stanev, 2005). При размножаване чрез разсад младите растения се засаждат на полето предзимно (ноември) или рано през пролетта (март-април). Поддържането на почвената повърхност чиста от плевели е важен агротехнически момент при отглеждането на медицинската лайка. Реализирането на продължителен хербициден ефект осигурява добри условия за развитието на растения през вегетацията, когато конкуренцията между плевели и културен вид има силно угнетяващо действие.

Ограничена е информацията в научната литература за ефикасността и селективността на хербициди при отглеждане на медицинската лайка. При силно заплевеляване с едногодишни широколистни плевели, при малки редови разстояния на засяване и невъзможна механична обработка може да се използва хербицидът Афалон 50 ВП доза 200 g/da, внесен във фаза розетка на лайката и 3-5 – ти лист на плевелите (Spasov et al., 1999).

Експериментални резултати получени в други страни показват, че хербициди като атразин, прометрин, пропизамид, трифлуралин, линурон дават задоволителен контрол на плевелите при медицинската лайка, но трябва да се прилагат с повишено внимание. Установено е, че Афалон е най-добрият селективен препарат срещу плевелите (Reichling et al., 1979).

Според Singh et al. (1989) неконтролираният растеж на плевелите може да причини 34,4% намаление на добива сух цвят от медицинска лайка в сравнение с вариантите без плевели. Прилагането на оксифлуорфен (0,6 kg/ha) дава по-висока възвращаемост.

След проучване на плевелите, срещащи се в култивирана лайка в три района на Събрия, Dajic et al. (2007) регистрират общо 42 вида плевели – 38 двусемеделни и 4 едносемеделни. По отношение на жизнените форми на плевелите в най-голяма численост са двугодишните (40,47%), следвани от едногодишните (35,71%) и многогодишни видове – 23,8%.

Gerasimova & Yordanova (2013, 2014) проучват влиянието оксифлуорфен (Гоал 2 Е) върху заплевеляването при пипер и броколи. Резултатите показват, че оксифлуорфен в доза 100 ml/da проявява токсично действие между 59,6% и 81,1% спрямо най-разпространените едногодишни двусемеделни плевели в опитния участък.

Abbiati et al. (2016) проучват хербицида Бисмарк за борба с едносемеделни и двусемеделни плевели при някои зеленчукови култури. Постигнатите резултати

потвърждават синергичния ефект на двете активни съставки с различен начин на действие кломазон и пендиметалин.

След проучване влиянието на флумиоксазин (Пледж 50 ВП) в доза 8 g/da върху развитието на сортоподложкови комбинации, Rankova et al. (2019) установяват, че почвеното действие на флумиоксазин продължава около 130 дни и осигурява чистота от плевели през вегетационния период.

Липсата на достатъчно съвременна информация в научната литература за ефикасността на различни хербицидни активни вещества и селективността им спрямо медицинската лайка, доведе до решението да се проведат проучвания за действието на почвените хербициди Пледж 50 ВП (флумиоксазин), Смерч 24 ЕК (оксифлуорфен), Бисмарк КС (кломазон+пендиметалин) и Челиндж 600 СК (аклонифен) върху заплевеляването при тази култура.

Материали и методи

Изследването е проведено през периода 2022-2023 г. в Института по розата и етеричномаслените култури – Казанлък, на почвен тип ливадно-канелено горски върху алувиално-делувиална основа. Опитът е заложен по блоков метод в три повторения с големина на опитната парцелка 10 m^2 със следните варианти:

V1 - Контрола без хербицид и ръчни обработки
V2 - Пледж 50 ВП – 10g/da
V3 - Смерч 24 ЕК – 80 ml/da
V4 - Бисмарк КС – 200 ml/da
V5 - Челиндж 600 СК – 250 ml/da

Хербицидите са внесени преди разсаждане на медицинската лайка през първото десетдневие на месец април. Проследена е тяхната ефикасност по количествения метод на 30-я и 60-я ден след третирането. Видовият състав на плевелите е отчетен по окомерния метод. По време на вегетация са извършени визуални наблюдения върху растежа и развитието на растенията, външни признаци на токсичност – хлороза, некроза, депресия на растежа. Направени са биометрични измервания – височина и диаметър на растенията (cm) и е отчетен брой основни разклонения. Резултатите са обработени статистически чрез еднофакторен дисперсионен анализ (Zapryanov et al., 1978).

Резултати и обсъждане

В плевелната асоциация на опитната площ през 2022 г. преобладават следните плевелни едногодишни видове: кощрява (Setaria glauca L.),обикновен щир (Amaranthus retroflexus L.),пача трева (Polygonum aviculare L.), бяла лобода (Chenopodium album L.), тученица (Portulaca oleracea L.), галинзога (Galinsoga parviflora Cav.), лечебен росопас (Fumaria officinalis L.) и теснолистна глушина (Vicia angustifolia L.).

Двукратното отчитане на плевелната асоциация показва много добро действие на Пледж 50 ВП (V2) срещу едногодишните плевели (табл. 1). Ефикасността на хербицида е ясно изразена спрямо Polygonum aviculare, Chenopodium album и Portulaca oleracea. На $30^{-тия}$ ден след третирането са отчетени 4 бр/m^2 плевели докато в контролния вариант те достигат до 45 бр/m^2. Продължителността на почвеното хербицидно действие на Пледж 50 ВП срещу едногодишните плевели се запазва до $60^{-тия}$ ден след третирането, което потвърждава данните от предишни проучвания (Rankova et al., 2014; Rankova et al., 2019;).

Смерч 24 ЕК (V3) приложен в доза 80 ml/da успешно контролира едногодишните плевели Amanthus retroflexus и Galinsoga parviflora, Polygonum aviculare, и Portulaca oleracea до $30^{-тия}$ ден след третирането. Второто отчитане на промените в плевелната асоциация показва слабо увеличение на едногодишните плевели Portulaca oleracea (2 бр/m^2) и Vicia angustifolia (3 бр/m^2).

Бисмарк КС (V4) успешно контролира едногодишните плевели Polygonum aviculare, Portulaca oleracea и Chenopodium album до 30-тия ден след третирането в проучваната доза. Второто отчитане на хербицидната ефикасност показва отслабващо действие. Наблюдава се увеличение на едногодишните плевели слабо чувствителни на хербицида както и на чувствителните видове.

Тридесет дни след внасянето на Челиндж 600 СК в доза 250 ml/da (V5) е отчетена по-ниска плътност (25-35%) на едногодишни плевели в сравнение с нетретираната контрола. Данните за ефикасността на хербицида показват, че той е с добро действие срещу Fumaria officinalis, Amanthus retroflexus и Chenopodium album. Второто отчитане на заплевеляването показва отслабващо действие на Челиндж 600 СК, което води до увеличаване броя на едногодишните плевели.

Таблица 1. Динамика на заплевеляването по видове (бр/ m^2) през 2022 г.
Table 1. Dynamics of weeding by species (number/m^2) in 2022

Видове плевели Weed species	30 day					60 day				
	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
Сивосинкава кощрява Setaria glauca	5		1	1		7	2	2	2	1
Дребноцветна гализога Galinsoga parviflora	6	1		1	2	8	1	1	3	2
Пача трева Polygonum aviculare	7				1	9		1	1	2
Тученица Portulaca oleracea	5				1	6	1	2	4	5
Бяла лобода Chenopodium album	6		1			8			1	2
Глушина теснолистна Vicia angustifolia	4	1	2	2	2	5	2	3	3	2
Обикновен щир Amaranthus retroflexus	8					8			4	3
Лечебен росопас Fumaria officinalis	4	2		2		5			5	3

Получените резултати за видовия състав на плевелите и хербицидната ефикасност на приложените хербициди са аналогични и през втората година на проучване(табл. 2).

Двукратното отчитане на плевелите през 2023 г. потвърждава резултатите получени през 2022 г. за добрата ефикасност на Пледж 50 ВП срещу едногодишните видове плевели (табл.2). Продължителността на почвеното действие на хербицида се запазва до 60-тия ден след третиране като броят на плевелите достига 6 бр/m^2.

При варианта третиран със Смерч 24 ЕК през втората година заплевеляването с едногодишни плевели на 30-тия ден е 11% спрямо контролата (V1). Наблюдава се продължително хербицидно действие срещу Chenopodium album и Amaranthus retroflexus до 60-тия.

След прилагането на Бисмарк КС през втората година на експеримента отново е отчетен по-малък брой едногодишни плевели 8 бр/m^2 на тридесетия ден. Вследствие на отслабващото действие на хербицида при второто отчитане е установен почти трикратно увеличен брой едногодишни плевели.

Същата тенденция се наблюдава при прилагането на Челиндж 600 СК. Хербицидният ефект значително намалява след 30-тия ден, вследствие на което се увеличава плътността на едногодишните плевели в опитната парцелка.

Таблица 2. Динамика на заплевеляването по видове (бр/ m^2) през 2023 г.
Table 2. Dynamics of weeding by species (number/m^2) in 2023

Видове плевели Weed species	30 day					60 day				
	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
Сивосинкава кощрява Setaria glauca	4		1	1		4	1	1	3	2
Дребноцветна гализога Galinsoga parviflora	7			1	1	9	2	2	2	2
Пача трева Polygonum aviculare	5			1		6			3	2
Тученица Portulaca oleracea	3	1		1	3	5	2	3	4	3
Бяла лобода Chenopodium album	4					5			2	2
Глушина теснолистна Vicia angustifolia	6		3	1	1	6	1	3	3	3
Обикновен щир Amaranthus retroflexus	4			1	1	5			2	2
Лечебен росопас Fumaria officinalis	5	2		2	2	5			4	3

Височината и диаметъра са показатели, които дава представа за темпа на развитие на растенията. На табл. 3 са представени резултатите за височината на растения от медицинска лайка през опитните години. Стойностите на този показател при третираните с хербициди растения варира от 63 до 69 cm. Най голяма височина на растенията е установена при варианта третиран с Пледж 50 ВП и през двете години. Дисперсионният анализ показва, че доказано по-високи са растенията третирани с Пледж 50 ВП през втората проучвателна година при ниво на значимост P 5%.

Таблица 3. Влияние на хербицидите върху височината на растенията, cm
Table 3. Effect of herbicides on plant height, cm

Варианти Variants	2022	2023
	cm	cm
V1	63	63
V2	69 n.s.	67 +
V3	66 n.s.	66 n.s.
V4	67 n.s.	66 n.s.
V5	63 n.s.	63 n.s.
$Gd_{5\%}$	8,69	5
$Gd_{1\%}$	14,41	5,8
$Gd_{0,1\%}$	26,95	8,9

По отношение на диаметъра на растенията от медицинска лайка (табл. 4) с най-голям размер се отличават вариантите с Пледж 50 ВП и Смерч 24 ЕК. Резултатите са доказани статистически като разликите са много добре осигурени през втората експериментална година.

Таблица 4. Влияние на хербицидите върху диаметъра на растенията, cm
Table 4. Effect of herbicides on plant diameter, cm

Варианти Variants	2022	2023
	cm	cm
V1	51	43
V2	62 +	61 +++
V3	56 n.s.	56 +++
V4	54 n.s.	54 ++
V5	52 n.s.	47 n.s.
$Gd_{5\%}$	8,6	5,6
$Gd_{1\%}$	12,6	8,1
$Gd_{0,1\%}$	18,9	12,2

През периода на изследване не се забелязва съществено увеличаване броя на основните разклонения на третираните с хербициди растения от лайка в сравнение с нетретираната контрола. Разликите са незначителни и недоказани статистически (табл. 5).

Таблица 5. Влияние на хербицидите върху диаметъра на растенията, cm
Table 5. Effect of herbicides on plant diameter, cm

Варианти Variants	2022	2023
	number	number
V1	9	8
V2	11 n.s.	12 n.s.
V3	11 n.s.	13 n.s.
V4	12 n.s.	12 n.s.
V5	12 n.s.	13 n.s.
$Gd_{5\%}$	4,8	0,8
$Gd_{1\%}$	6,9	1,2
$Gd_{0,1\%}$	10,5	1,8

Заключение

Пледж 50 ВП реализира ефикасен контрол срещу едногодишните плевели. Продължителността на почвеното действие на хербицида се запазва до $60^{-тия}$ ден след третиране.

Смерч 24 ЕК(V3) приложен в доза 80 ml/da успешно контролира едногодишните плевели Chenopodium album, Amanthus retroflexus и Portulaca oleracea.

Бисмарк КС и Челиндж 600 СК осъществяват по-ефикасен контрол на плътността на плевелите (13-21%) до 30$^{-тия}$ ден след третиране в сравнение с общото заплевеляване на контролния вариант.

Проучените хербициди са селективни за медицинската лайка приложени преди разсаждане. Те не оказват отрицателно влияние върху биометричните показатели на растенията.

Литература

Abbiati, C.,Bellotto, D.,Capella, A., Capriotti, M., Guastmacchia, F.,Noacco, A., Querzola, P.,Romanini, M., Serratore, M. 2016. Bismark ®, ready mixture of clomazone and pendimetalinmocroincapsulated, crop preemergence weed control, Atti, GiornateFitopatologiche, ChiancianoTerme (Siena), 8-11 marzo 2016. Volume primo, pp. 489-502 ref.10

Dajic, Z., Vrbničanin, S., R. Jevdjovič, R., Salamon,I. 2007. Weeding of cultivated chamomile in Serbia, Acta Horticulturae 749(749):149-155, DOI:10.17660/ActaHortic.2007.749.15

doi: 10.4103/0973-7847.79103

Evstatieva, L., Stanev, S. 2005. Guidelines for growing medicinal chamomile, https://bilki.naas.government.bg/doc/otglezdane/tehnologii/tehnologia_otglezdane_laika.pdf

Gerasimova, N., Yordanova, M. 2013. Influence of oxyfluorfen on weeds and yields of broccoli – spring production, NauchnitrudovenaRusenskiyauniversitet, tom 53, ser. 1.1, pp. 57- 60

Gerasimova, N., Yordanova, M. 2014. Influence of preemergence herbicides on weed infestation of pepper (Capsicum annuum L.), NauchnitrudovenaRusenskiyauniversitet, tom 53, ser. 1.1, pp. 20 - 24

Nedkov, N., Kovacheva, N., Stanev, S., Dzhurmanski, A., Seykova, K., Lambev, H., Dobreva, A. 2005. Handbook of basic essential oils and aromatic plants, Kazanlak (Bg)

Rankova, Z., Tityanov, M.,Kolev, K. 2014.Efficacy and selectivity of the herbicide flumioxazine (Pledge 50 PG) in intensive cherry orchards. Journal of mountain agriculture of the Balkans, 17, 2, pp. 469-480

Rankova,Z., Tityanov, M.,Zhivondov, D. 2019. Chemical control of weed infestation in the production of peach trees on the vegetative rootstock GF 677. Journal of mountain agriculture of the Balkans, 22 (4), 171-180

Reichling, J., Beiderbeck, R., Becker, H. 1979. Vergleichende Untersuchungen Uber sekundare Inhaltsstoffe bei pflanzentumoren, Blite Kraut und wurzel der *Matricaria chamomilla* L. Planta Med. 36:322–32. [Google Scholar]

Singh, A., Singh, M., Singh, K., Singh, DV. 1989. Comparative efficacy of thiobencarb, nitrofen and oxyflurofen in German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Indian Perfumer.;33:228–31. [Google Scholar]

Singh, O., Khanam, Z., Misra, N., Srivastava, MK. 2011. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview, Pharmacogn Rev. Jan-Jun; 5(9): 82–95.

Yankulov, Y. 2000. Basic aromatic plants, ET"MDM-Cvetana Markova", Sofia, pp. 161-170

Zapryanov, Z., Marinkov, Z. 1978. Experimentalworkwithbiometrics, Hristo G. Danov, Plovdiv, (Bg)

ПОСТЕРНА СЕСИЯ

(РЕЗЮМЕ)

POSTER SESSION

(ABSTRACT)

ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ

(РЕЗЮМЕ)

ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНОТО МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ФИЗИЧНИТЕ, ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ И ПОСЕВНИ КАЧЕСТВА НА СЕМЕНАТА

Галин Гинчев

ИЗС,,Образцов чифлик"-Русе,

ggynchev1975@abv.bg

Резюме

Целта на настоящото проучване е да се анализира ефектът от различни варианти на продължително минерално торене върху технологичните и посевните качества на семената. Изследването е проведено през периода 2019г. – 2022г., в опитното поле ИЗС „Образцов чифлик", на почва Излужен Чернозем, в 16–тата ротация на Траен торов опит, който се провежда в четириполно сеитбообращение (пшеница, ечемик, фасул и царевица). Изпитвани са седем варианта на торене със самостоятелно и комбинирано внасяне на трите макроелемента N, P, K и неторена контрола $N_0P_0K_0$, като азотните норми са различни при отделните култури: при пшеницата и царевицата N – 15 kg da^{-1} а.в.; при фасула N - 5 kg da^{-1} а.в.и при ечемика N – 10 kg da^{-1} а.в. Фосфорното (P_2O_5) торене е с 12 kg da^{-1} а.в., а калиевото (K_2O) е 7 kg da^{-1} а.в. за четирите култури.

Най-висока е хектолитровата маса на пшеница при варианти P и PK, докато при фасул и ечемик най-високи са резултатите за масата на 1000 семена при N, NP, NPK, NK вариантите. За разлика от хектолитровата маса, добивът на глутен, силно зависи от азотното хранене и е най-висок при варианти N, NP, NPK, NK. Най-висока кълняемост имат семената на пшеница, ечемик и фасул, получени от вариантите с комбинирано торене NPK и NP. Най-ниска кълняемост имат семената, получени при самостоятелно фосфорно самостоятелно калиево торене и при контролните варианти.

Ключови думи: минерално торене, технологични качества на семената, посевни качества на семената.

INFLLUENCE OF LONG-TERM MINERAL FERTILIZATION ON THE PHYSICAL, TECHNLOGICAL AND GERMINATION PROPERTIES OF THE SEEDS

Galin Gynchev

Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov Chiflik" – Ruse, Bulgaria

ggynchev1975@abv.bg

Abstract

The aim of the present study is to analyze the effect of different variants of long-term mineral fertilization on the technological and germination properties of the seeds. The research was conducted in 2019. - 2022, in the experimental field of the IASS "Obraztsov chiflik", on Haplic Chernozem, in the 16th rotation of the Long-term fertilizer experiment, which is carried out in a four-field rotation (wheat, barley, beans and corn). Seven variants of fertilization have been tested with single and combined application of the three macroelements N, P, K and unfertilized control N0P0K0, as nitrogen rates are different for individual crops: for wheat and corn N – 15 kg da^{-1} a.v.; for beans N - 5 kg da^{-1} a.v. and for barley N - 10 kg da^{-1} a.v. Phosphorous (P2O5) fertilization is 12 kg da^{-1} a.v., and potassium (K2O) is 7 kg da^{-1} a.v. for the four cultures.

The hectoliter weight of wheat was the highest for the P and PK treatments, while for beans and barley the results for the mass of 1000 seeds were the highest for the N, NP, NPK, NK variants. Unlike hectoliter weight, gluten content for wheat, depends on nitrogen fertilization and increased in variants N, NP, NPK, NK. The seeds of wheat, barley and beans with combined fertilization NPK and NP had the highest germination. The lowest germination rates were obtained in treatments with single phosphorus and single potassium fertilizers applicaton and in the control variants.

Key words: mineral fertilization, technological properties of the seeds, germination properties of the seeds.

ДИНАМИКА НА НАТРУПВАНЕ НА АБСОЛЮТНО СУХА БИОМАСА НА ЦАРЕВИЦА В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПРИЛОЖЕНОТО ТОРЕНЕ НА АЛУВИАЛНО ЛИВАДНА ПОЧВА

Миладин Назарков, Илияна Герасимова, Здравка Петкова

Институт по Почвознание, Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкаров", Селскостопанска академия, София, България

e-mail: m.nazarkov@issapp-pushkarov.org, ilianich_ilieva@abv.bg

Резюме

Изследването има за цел да се оцени ефектът от взаимодействието между различните норми и комбинации на торене с азотни, фосфорни, калиеви и силициеви торове върху развитието на царевица (Zea mays L средно ранен хибрид Р-8834 "Пионер" от група 310 ФАО. Полския опит е изведен през 2022 г. в опитна база Цалапица на ИПАЗР „Н. Пушкаров", Пловдивска област, на Алувиално-ливадна почва (Fluvisol, FAO). Изследването включва 8 варианта на торене и един контролен вариант, които позволяват оценка на действията и взаимодействията на повече от три фактора, вариращи на три нива в 3 повторения. Използвани са данни от агрохимични почвени анализи за съдържанието на достъпните за растенията основни хранителни вещества в почвата. Изследвано е количеството на абсолютно сухото вещество в биомасата на 1 растение по фази на развитие на царевица - 9-10 лист, млечна зрялост и е отчетен добива при прибиране.

Установено е, че количеството на абсолютно сухото вещество в биомасата по фази на развитие на царевица са повлияни значително от внесените норми и комбинации от торове. Във фаза 9-10 лист на царевицата най-високи средни стойности от биомасата на листа и стъбла са получени във вариант 4 ($N_{200}P_{160}K_{60}Si_{14}$). Във фаза млечна зрялост сумата от средните стойности на листа и стъбла е най-висока във вариант 7 ($N_{100}P_{160}K_{120}Si_{28}$) - 310,73 g на растение. Установените тенденции в биомасата на растенията през вегетационния период на царевицата корелират с данните за добива на царевицата. При различните варианти и комбинации на торене добивите от царевица са от два до три пъти по-високи в сравнение с неторения вариант, с много добре доказана статистическа разлика.

В заключение, водещата роля на азота се откроява при вариантите с високи норми на азот, ниски нива на калий и силициев диоксид. За установяване на взаимното влияние на комбинациите на силиций с другите макроелементи върху изследваните параметри са необходими по-дълги проучвания в условията на полски опити, защото климатичните условия през годината оказват съществено влияние върху вегетацията на царевицата, въпреки приложеното напояване.

***Ключови думи**:* норми на торене, азот, фосфор, калий, силиций, сухо вещество от царевична биомаса, добив царевица.

DYNAMICS OF ACCUMULATION OF ABSOLUTELY DRY BIOMASS IN MAIZE IN DEPENDENCE OF APPLIED FERTILIZATION ON EUTRIC FLUVISOL

Miladin Nazarkov, Iliyana Gerasimova, Zdravka Petkova

Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Poushkarov", 7 Shosse Bankya str., 1331, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria

E-mail: m.nazarkov@issapp-pushkarov.org, ilianich_ilieva@abv.bg

Abstract

The study aims was to evaluate the effect of of different norms and combinations of nitrogen, phosphorus, potassium, and silicon fertilizers and their impact on the growth of maize (*Zea mays* L.) an early to medium-early hybrid P-8834 from group 310 FAO "Pioneer". The field experiment was carried out in 2022 at the Tsalapitsa experimental base of IPAZR "N. Pushkarov", Plovdiv region, on Alluvial-meadow soil (Fluvisol, FAO). The study includes 8 fertilization variants and one control variants, that allow the assessment of actions and interactions of more than three factors, varying on three levels with 3 replications. Data from agrochemical soil analyzes were used to determine the content of essential nutrients in the soil. The amount of absolute dry matter in the biomass of 1 plant by phase of growth the maize - 9-10 leaf, milk maturity was investigated and the yield at harvest was reported.

It was established that the amount of absolute dry matter in the biomass by phase of growth the maize were significantly influenced by the imported norms and combinations of fertilizers. In the 9-10 leaf phase of maize, the highest mean values of leaf and stem biomass were obtained in variant 4 ($N_{200}P_{160}K_{60}Si_{14}$). In the milk maturity phase, the sum of the average values of leaves and stems is the highest in variant 7) ($N_{100}P_{160}K_{120}Si_{28}$) - 310,73 g per plant. Established trends in plant biomass during the maize growing season correlate with maize yield data. With the different variants and combinations of fertilizing, maize yields are two to three times higher compared to the unfertilized variant, with a very well-proven statistical difference.

To sum up, the leading role of nitrogen stands out in treatments with the high rate of nitrogen, low rate of potassium and silica. To establish the mutual influence of the combinations of silicon with other macroelements on the studied parameters, longer studies in the conditions of field experiments are necessary, because the climatic conditions during the year have a significant influence on the vegetation of the maize, despite the applied irrigation.

Key words: fertilization rates, nitrogen, phosphorus, potassium and silicon fertilizers, dry matter of maize biomass, maize yield.

ОПТИЧНА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА - ЧУВСТВИТЕЛЕН МЕТОД ЗА АНАЛИЗ НА МИКРОЕЛЕМЕНТИ В ПРОБИ ОТ ПОЧВИ И СЕДИМЕНТИ

Олга Велева[1], Николая Величкова[1], Методи Караджов[1], Елка Пенчева[1], Нонка Даскалова[2]

[1] Геологически институт, Българска Академия на науките, София
[2] Институт по обща и неорганична химия, Българска Академия на науките, София

Резюме

Количественото определяне на следи от елементи в обекти от околната среда (въздух, води, седименти, почви и др.) представлява интерес за оценка на риска от замърсяване на живата и неживата природа, респективно и за човешкото здраве. Представено е определяне на следи от As, Hg, Se, Pb и Zn в сертифициран стандартен образец от морски седимент и почва с оптична емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма ICP-OES. Използвани са два метода за привеждане на пробите в разтвор: а) непълно разлагане на пробите (екстракционен метод) - екстракция на следи от елементи, разтворими в царска вода и б) пълно разлагане в присъствие на флуороводородна киселина. Елементите Cu, Zn, Pb, Ni, Co и Cr бяха определени с два различни ICP-OES спектрометъра. След пълно разтваряне на пробите, в присъствие на флуороводородна киселина, елементите бяха определени с два метод за анализ на разтвори - пламъкова атомна абсорбция (FAAS); и ICP-OES. За оценка на точността на получените резултати беше направено сравнение с два независими метода за директен анализ - атомен емисионен спектрален анализ с възбуждане в правотокова дъга и регистрация върху фотоплака (d.c. arc - OES) и атомна емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма и електротермично изпарение в графитна пещ (ETV-ICP-OES). Представено е сравняване на концентрациите [ng g^{-1}], получени по четири метода – два метода за анализ на разтвори, при пълно разтваряне на пробите: FAAS и ICP-OES; и два директни метода за анализ на твърди проби: ETV-ICP-OES и d.c. arc - OES. За получените резултати не са установени значими статистически разлики за четирите използвани метода.

Ключови думи: ОЕС-ИСП, следи от елементи, техники за разтваряне на проби.

INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY - A SENSITIVE METHOD TO ANALYZE TRACE ELEMENTS IN SOIL AND SEDIMENT SAMPLES

Olga Veleva[1], Nikolaya Velitchkova[1], Metody Karadjov[1], Elka Pentcheva[1], Nonka Daskalova[1]

[1]Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia
[2]Institute of General and Inorganic Chemistry, Sofia

e-mail: niaveli@geology.bas.bg

Abstract

The quantitative determination of traces of elements in environmental objects (air, water, sediments, soils, etc.) is of prime importance for pollution risk assessment, respectively for human health. Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) determination of trace elements as As, Hg, Se, Pb and Zn in a certified reference material of marine sediment and soil sample is presented. Two sample dissolution methods were used a) incomplete decomposition extraction of traces of elements soluble in aqua regia and b) complete decomposition in the presence of hydrofluoric acid.

Trace amount of the elements Cu, Zn, Pb, Ni, Co and Cr were determined with two different ICP-OEC spectrometers. After complete dissolution of the samples, in the presence of hydrofluoric acid, the elements were determined by two independent methods of solution analysis: Flame Atomic Absorption (FAAS) and ICP-OES. To evaluate the accuracy of the obtained results, a comparison was made with two independent methods for direct analysis: Atomic emission spectral analysis with excitation in a direct current arc and recording on a photoplate (d.c. arc - OES); and Inductively Coupled Plasma Electrothermal Evaporation Graphite Furnace Atomic Emission Spectrometry (ETV-ICP-OES).

A comparison of the concentration [ng g-1] obtained by the four methods is presented – two methods for solution analysis, where the samples are fully dissolved - FAAS and ICP-OES; and two direct methods for solid sample analysis: ETV-ICP-OES and d.c. arc - OES. No significant statistical differences were found for the obtained results for the four methods used.

Keywords: ICP-OES, trace elements, sample dissolution procedures.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДЕЙСТВИТЕЛНИТЕ НУЖДИ ОТ ВОДА ЗА НАПОЯВАНЕ НА ЯГОДИ ЧРЕЗ ТЕНЗИОМЕТЪР И ЧРЕЗ ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯТА

Елена Грънчарова, Благой Еленов, Елена Димитрова, Виктор Колчаков

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров”,
Селскостопанска Академия

eveha@abv.bg

Резюме

Различните стратегии за контрол и планиране на напояването оказват непосредствено влияние върху ефективността на използване на водните ресурси. Именно за това изборът на метод за определяне на поливната норма е от съществено значение. Настоящето изследване е извършено през 2023 г. на територията на опитно поле Челопечене към Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“. Експериментът е проведен в неотопляема полиетиленова оранжерия с ягодово насаждение първа година сорт *Fragaria x ananassa “Snow White”*. Нуждите на растенията от вода за напояване са определени чрез данните за влажността на почвата, получени чрез тензиометър и чрез данните за еталонната евапотранспирация, получени чрез метеорологична станция. Направен е сравнителен анализ на елементите на поливния режим, определен чрез двата метода.

Ключови думи: ягоди, оранжерия, тензиометър, евапотранспирация, капково напояване.

TENSIOMETER-BASED AND EVAPOTRANSPIRATION-BASED CROP WATER REQUIREMENTS DETERMINATION OF STRAWBERRY

Elena Grancharova, Blagoj Elenov, Elena Dimitrova, Viktor Kolchakov

Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection „Nikola Poushkarov“, Agricultural Academy

eveha@abv.bg

Abstract

Different irrigation management strategies have a strong impact on water resource use efficiency. Therefore, the choice of Irrigation rate determination method is essential. The current study was conducted in 2023 at the experimental field of Chelopechene at the Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection “Nikola Poushkarov". A greenhouse experiment was carried out with first year strawberry plants (*Fragaria x ananassa “Snow White”*). Crop water requirements were determined upon soil moisture data from tensiometer and evapotranspiration data from meteorological station. A comparative analysis of the irrigation scheduling determined by the two methods was made.

Key words: strawberry, greenhouse, tensiometer, evapotranspiration, drip irrigation.

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
AGRICULTURAL ACADEMY

ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА “НИКОЛА ПУШКАРОВ”
NIKOLA POUSHKAROV 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 5

Под общата редакция на проф. дн Ирена Атанасова

Отговорен редактор: доц. д-р Мая Бенкова

Технически редактор: доц. д-р Пламен Иванов

ISSN 2683-0663 (on-line)

София
2024