



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
2023



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 4

PROCEEDINGS

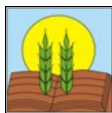
OF THE SCIENTIFIC FORUM WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
“ECOLOGY AND AGROTECHNOLOGIES –
FUNDAMENTAL SCIENCE AND PRACTICAL REALIZATION”
Volume 4

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

НАУЧНОГО ФОРУМА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
„ЭКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ –
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ”
Том 4

София
Sofia
2023

ISSN 2683-0663 (on-line)



Сборникът включва доклади, изнесени на научен форум с международно участие

„ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ”, проведен на 5-6. 12. 2022 год.

Форумът е организиран от ИПАЗР „Никола Пушкин” 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. дн Мартин Банов 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 Пушкин” (почвознание, механизация и хидромелиорации, растителна защита).

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председател: проф. дн Ирена Атанасова, Директор на ИПАЗР „Никола Пушкарров“

Зам. председатели:

проф. д-р Виолета Божанова, ССА
проф. д-рн Божидар Георгиев, НТССЗ
проф. д-рн Георги Тасев, ССКБ
проф. д-р Методи Теохаров, БПД

Членове:

проф. д-р Венета Кръстева, ИПАЗР, България
проф. д-р инж. Пламен Кангалов, РУ, България
проф. д-р Стефан Доер, Университет Суонзи, Англия
проф. д-р Мишел Боер, АпаЕЕ, Франция
проф. д-р инж. Валерий Чумаков, РГАУ-МСХА, Русия
проф. д-р 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
доц. д-р Стефан Шилев, АУ, 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, ИПАЗР

Членове:

проф. д-р Елена Тодоровска, ССА
проф. д-рн 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 Цеца 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 Members:

Prof. Dr. Veneta Krasteva, ISSAPP, Bulgaria
Prof. Dr. Eng. Plamen Kangalov, RU, 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
Assoc. Prof. Dr. Stefan Shilev, AU, 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 Пушкин“, проф. дн Ирена Димитрова Атанасова	11
--	----

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ PLENARY REPORTS ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Методи Теохаров. КОНВЕНЦИЯТА НА ООН ЗА БОРБА С ОПУСТИНЯВАНЕТО И НЕЙНОТО ГЛОБАЛНО И НАЦИОНАЛНО ЗНАЧЕНИЕ.....	14
--	----

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

Женя Илиева, Винелина Янкова, Илиян Илиев, Даниела Ганева, Милена Керчева. УСТОЙЧИВО УПРАВЛЕНИЕ НА НЕПРИЯТЕЛИ ОТ РОД MELOIDOGYNE (NEMATODA: MELOIDOGYNIDAE) В ОРАНЖЕРИИ – ПОДХОДИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА В БЪЛГАРИЯ.....	24
Виктория Кънчева, Николай Динев. ПОТЕНЦИАЛЕН РИСК ОТ НАТРУПВАНЕ НА ТЕЖКИ МЕТАЛИ В ОРИЗОВИ РАСТЕНИЯ В РАЙОНА НА С. ЦАЛАПИЦА, ЮЖНА БЪЛГАРИЯ.....	30
Nikolaya Velitchkova, Olga Veleva, Metody Karadjov, Elka Pentcheva, Serafim Velichkov, Nonka Daskalova. INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY IN THE DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN ENVIRONMENTAL SAMPLES.....	37
Ivo Ganchev, Georgi Dzhelebov. OSMOLITES REGULATION OF DUAL-SPECIES BIOFILM FORMATION BY <i>Bacillus subtilis</i> AND <i>Escherichia coli</i>	43
Ivo Ganchev, Georgi Dzhelebov. INFLUENCE OF TEMPERATURE ON MULTISPECIES BIOFILM FORMATION.....	50

Снежан Божков. ЕКСПЛОАТАЦИОННО-ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА НА ТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ ЗА МЕХАНИЗИРАНЕ БРАНЕТО НА МАСЛОДАЙНА РОЗА.....	56
Ценко Въчев, Иво Янашков. ИНКОРПОРИРАНЕ НА ПШЕНИЧЕНА СЛАМА ЗА ИНДУЦИРАНЕ НА СУПРЕСИВЕН ЕФЕКТ В ПОЧВАТА КЪМ РИЗОКТОНИЙНО КОРЕНОВО И БАЗИЧНО ГНИЕНЕ.....	66
Свилен Стоянов, Десислава Михайлова, Аспарух Атанасов, Христо Стоянов, Стелияна Христова. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИНТЕГРИРАЩА ИЗМЕРВАТЕЛНА СИСТЕМА ЗА ЦЕЛИТЕ НА ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ.....	80
Магдалина Вълкова. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ХИДРАВЛИЧНИ СИМУЛАЦИОННИ МОДЕЛИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА НАПОИТЕЛНИ КАНАЛИ.....	90
Йонита Перфанова, Христо Вълчовски. ЗНАЧЕНИЕ НА ПОЧВЕНАТА БИОТА ЗА ЗЕМЕДЕЛИЕТО.....	98
П. И. Осадчук, К. А. Шейда Голбад, Т. А. Ревенюк, Д. А. Домуши, Ю. И. Енакиев. АНАЛИЗ СТАНДАРТНОЙ И ИНОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ.....	103
Д. А. Домуши, П. И. Осадчук, А. Д. Устунюнов, Е. В. Молчанюк, Ю. И. Енакиев. ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАШИН ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЗВЕНА УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА.....	109
Christos D. Paschalidis, Dimitrios P. Petropoulos, Dimitrios Ch. Paschalidis, Stavros S. Sotiropoulos, Charalampia N. Christodoulou, Loukas, D. Papakonstantinou, Marina Giannatou. ASSESSMENT OF USAGE OF NATURAL RESOURCES IN DEVELOPMENT OF AGRO-FOOD SEKTOR IN GREECE.....	117
Елена Грънчарова, Георги Костадинов, Антоанета Гигова. КОНТУРИ НА НАВЛАЖНЯВАНЕ НА ПОЧВАТА ПРИ КАПКОВО НАПОЯВАНЕ НА ДОМАТИ, ОТГЛЕЖДАНИ В НЕОТОПЛЯЕМА ОРАНЖЕРИЯ.....	124
Жечко Йорданов, Руслан Янев, Йончо Пеловски, Екатерина Серафимова. ВЪЗМОЖНИ ЗЕЛЕНИ ВЪГЛЕРОДНИ ПРАКТИКИ ЗА РЕСУРСНО ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА ОТПАДЪЦИ ОТ ОРАНЖЕРИЙНИ ПРОИЗВОДСТВА.....	130

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

Миглена Жиянски. МОНИТОРИНГ НА ПОЧВИ ОТ ПОЛЯРНИ ЕКОСИСТЕМИ НА О. ЛИВИНГСТЪН (АНТАРТИДА) И РОЛЯТА МУ ЗА СТРАТЕГИИТЕ ЗА СМЕКЧАВАНЕ НА КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ.....	137
Благой Еленов, Елена Димитрова. НАПРЕЧНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА РАБОТНА ТЕЧНОСТ ПРИ РОТАЦИОНЕН РАЗПРЪСКВАЧ MICRON.....	139

Alexander Sadovski. ANALYSIS OF DATA FROM FIELD EXPERIMENTS WITH STANDARD STATISTICAL PACKAGES.....	140
Христо Стоянов, Ваня Иванова, Аспарух Атанасов, Радко Михайлов. ВЛИЯНИЕ НА ЖЪЛТАТА РЪЖДА (<i>PUSSINIA STRIFORMIS</i>) ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА ПРИ ТРИТИКАЛЕ – МЕТОДИ ЗА СКРИНИНГ ПРИ ПОЛСКИ УСЛОВИЯ И РЕЗУЛТАТИ.....	141
Милена Керчева, Милена Митова, Вихра Стойнова, Гургана Кунчева, Виктор Колчаков. ВАЛИДИРАНЕ НА ПРОГНОЗИРАНИТЕ ПОВЪРХНОСТНИ ВОДНИ ОТТОЦИ И ЕРОЗИРАНА ПОЧВА С МОДЕЛА SWAT ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ПШЕНИЦА И ЦАРЕВИЦА В РАЗЛИЧНИ ПО МАЩАБИ ВОДОСБОРИ.....	143
Миладин Назарков, Илияна Герасимова, Здравка Петкова. ДИНАМИКА НА ПЛЕВЕЛНАТА РАСТИТЕЛНОСТ И ИНТЕГРИРАНА БОРБА С НЕЯ В СЕИТБООБРАЩЕНИЕ СЪС ЗЪРНЕНО-ЖИТНИ КУЛТУРИ.....	145
Мариела Стойкова, Мариана Христова. СЪДЪРЖАНИЕ НА УРАН В ТЕХНОГЕННИ ПОЧВИ, ФОРМИРАНИ ВЪРХУ ЕСТЕСТВЕНО НАТОВАРЕНИ ПРОЛУВИАЛНИ СЕДИМЕНТИ.....	147
А. Л. Рачова, Ю. И. Енакиев. ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ОРГАНОМИНЕРАЛНИТЕ ТОРОВЕ ВЪРХУ РАСТЕЖА И РАЗВИТИЕТО НА РУКОЛА (<i>EUROCA VESICATORIA SATIVA</i>).....	149

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

Кемал Кемал, Бисер Христов. ОЦЕНКА НА ПОЧВИТЕ ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА БЪРЗОРАСТЯЩИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ ОТ РОД ПАУЛОВНИЯ В ОБЩИНА ДУЛОВО.....	151
Иванка Митова, Емил Димитров, Весела Петрова. КАЧЕСТВО НА ПРОДУКЦИЯТА ОТ ДОМАТИ В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПОЛИВНАТА НОРМА И ФЕРТИГАЦИЯТА.....	163
Билиана Григорова-Пешева, Камелия Петрова, Теодор Неделин. СЪПОСТАВКА МЕЖДУ ОБИЛИЕТО НА ПОЧВЕНИТЕ МИКРООРГАНИЗМИ СПРЯМО НЯКОИ УСЛОВИЯТА НА СРЕДАТА – pH И СЪДЪРЖАНИЕ НА ОРГАНИЧЕН ВЪГЛЕРОД И СПЕЦИФИЧНИ КОЛИЧЕСТВЕНИТЕ КЛАСОВЕ НА ПРОДУКТИВНОСТ НА ЧЕРНИЯ ЛЕТЕН ТРЮФЕЛ (<i>Tuber aestivum Vuttad</i>).....	171
Румен Базитов. ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯТА НА СОРГО ЗА ЗЪРНО ПРИ НЕПОЛИВНИ УСЛОВИЯ И ОПТИМАЛНО НАПОЯВАНЕ.....	177
Гургана Кунчева, Илиана Иванова, Евгени Енчев. ЕРОЗИОННИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ РАЗЛИЧНИ СИСТЕМИ НА ОБРАБОТКА НА ПОЧВАТА ОТ СТАЦИОНАРНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ, ПРОВЕДЕНИ ВЪРХУ КАРБОНАТЕН ЧЕРНОЗЕМ.....	185

V. G. Mamontov, Y. I. Enakiev, A. R. Bakhitova, A. M. Polyakov, S. A. Belyaeva. IMPACT OF LAND MANAGEMENT TYPES ON THE TYPICAL CHERNOZEM PROPERTIES.....	194
Милена Христозова, Радослава Лазарова, Иванка Йорданова, Пламен Томов, Венета Кръстева, Мартин Банов, Мариана Христова. РАДИОЛОГИЯ НА ЕСТЕСТВЕНИ ВОДОИЗТОЧНИЦИ В КЪРДЖАЛИЙСКА ОБЛАСТ.....	200
Ивко Стаматов, Станислав Стаматов. ВЛИЯНИЕ НА СМЕСЕНО ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕ ВЪРХУ ПРОДУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ ПРИ ОРИЕНТАЛСКИ ТЮТЮН.....	206
Ивко Стаматов, Станислав Стаматов. ВЛИЯНИЕ НА СМЕСЕНО ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕ ВЪРХУ ДОБИВА И КАЧЕСТВОТО НА ЛИСТАТА ПРИ ОРИЕНТАЛСКИ ТЮТЮН.....	213
Anton Sotirov, Dimitar Sotirov, Stanislava Dimitrova, Pavel Zheyazkov. CROP PROTECTION RESIDUES - CYANURIC ACID IN APPLES AND THEIR PRODUCTS.....	219
Anton Sotirov, Stanislava Dimitrova, Dimitar Sotirov, Pavel Zheyazkov. APPLICATION OF THE EH-PH WATER DIAGRAM FOR FRUIT JUICES AND ITS UTILIZATION IN THE FOOD TECHNOLOGY.....	224
Асен Николов, Веселин Кутев. ВЛИЯНИЕ НА АЗОТНОТО, ФОСФОРНОТО И КАЛИЕВОТО ТОРЕНЕ ВЪРХУ КАЧЕСТВОТО НА САЛАТА (<i>Lactuca sativa var.</i> <i>romana L.</i>).....	231
Веселин Кутев, Асен Николов, Светослав Анев, Мартин Тасков. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ТЕЧНИ ТОРОВЕ И МИКРОБИАЛНИ ПРЕПАРАТИ.....	235
Румен Гаджев. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИ ПОДХОДИ И МЕТОДИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА НАПОИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ.....	241

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

Милена Митова, Мартин Ненов, Светла Русева. ВЛИЯНИЕ НА БИОВЪГЛЕН В КОМБИНАЦИЯ С АЗОТНО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ОБЕМНАТА ПЛЪТНОСТ И ПОРЪОЗНОСТТА НА АЛУВИАЛНО ЛИВАДНА ПОЧВА.....	246
Милена Митова, Мартин Ненов, Светла Русева. ВЛИЯНИЕ НА БИОВЪГЛЕН В КОМБИНАЦИЯ С АЗОТНО ТОРЕНЕ ВЪРХУ УСТОЙЧИВОСТТА НА ПОЧВЕНАТА СТРУКТУРА НА АЛУВИАЛНО ЛИВАДНА ПОЧВА.....	247
Ели Павлова-Трайкова. ИНТЕНЗИВНОСТ НА ПОЧВЕНАТА ЕРОЗИЯ ВЪВ ВОДОСБОРА НА РЕКА СЕДЕЛСКА.....	249

Olga Veleva, Nikolaya Velitchkova, Metody Karadjov, Elka Pentcheva, Serafim Velichkov, Nonka Daskalova. OPTIMIZATION OF THE OPERATING PARAMETERS IN THE DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN ENVIRONMENTAL SAMPLES BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY.....	250
Katarzyna Szewczuk-Karpisz, Milena Kercheva, Agnieszka Tomczyk, Tsvetina Paparkova, Vincent J. M. N. L. Felde. DETERMINATION OF WATER RETENTION OF DEGRADED SOILS AFTER THEIR MODIFICATION WITH FOREST WASTE-BIOCHAR, VERMICOMPOST, AND DIVERGAN®.....	251
Емил Димитров, Иванка Митова, Весела Петрова. ТОРЕНЕТО И ПОЛИВНАТА НОРМА КАТО ФАКТОРИ, ОПРЕДЕЛЯЩИ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ЛИКОПЕН В ПЛОДОВЕ НА ДОМАТИ.....	253
Мария Петрова, Нина Ненова. ИЗСЛЕДВАНЕ АГРЕСИВНОСТТА НА ИЗОЛАТИ ОТ <i>RHOMOPSIS/DIAPORTHE HELIANTHI</i> MUNT.-CVET ET AL. ВЪРХУ СЛЪНЧОГЛЕД ПРИ ПОЛСКИ УСЛОВИЯ.....	254
Ана Кацарова, Илияна Герасимова, Милена Харизанова, Мартин Ненов. РАЗВИТИЕ НА СЛЪНЧОГЛЕД ВЪВ ВЕГЕТАЦИОНЕН ОПИТ ПОД ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИ КОМБИНАЦИИ НОРМИ И МИНЕРАЛНИ ТОРОВЕ.....	256
Цецка Симеонова, Люба Ненова, Мая Бенкова, Мартин Ненов. ВЛИЯНИЕ НА РОТАЦИЯТА НА КУЛТУРИТЕ ВЪРХУ ИЗНОСА НА АЗОТ С ЛИЗИМЕТРИЧНИТЕ ВОДИ В УЯЗВИМИ ЗОНИ.....	258
Люба Ненова. ВЛИЯНИЕ НА МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ С N, P, K И SI В ПОЛСКИ ОПИТ С ЦАРЕВИЦА НА ИЗЛУЖЕНА СМОЛНИЦА.....	260
Plamen Ivanov, Irena Atanassova, Martin Banov, Ivaylo Kirilov. ASSESSMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF WATER REPELLENT SOIL PROFILES OF TECHNOSOLS FROM MARITSA-IZTOK OPEN-CAST COAL MINE IN BULGARIA.....	262

**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 Пушкин”, проф. дн Ирена Димитрова Атанасова**

ВАШИ ПРЕВЪЗХОДИТЕЛСТВА

г-н посланик ФУРЕР, г-жо посланик МИДАУИ, г-жо посланик САЯНА,

Уважаеми г-н Министър на Земеделието,

Уважаеми г-н Председател на Селскостопанска академия,

Уважаеми ГОСТИ, Скъпи КОЛЕГИ,

За мен е голяма чест да споделя с вас този важен момент на нашата академична общност – Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията Н. Пушкин, Селскостопанска Академия, Научно техническите съюзи в земеделието, Съюза на специалистите по качеството в България и Българското почвоведско дружество, през тази година и нашите професионални и персонални усилия за постигане целите на Зелената Сделка и други инициативи на ЕС за устойчивост и плодородие на ПОЧВИТЕ, които са ценен, незаменим и невъзобновим природен ресурс.

С нарастващата загриженост на обществото и фокусиране на интереса върху изменението на климата и ролята, която почвите изпълняват за осигуряването на нашето устойчиво бъдеще и отчитайки важните решения, които взе Конференцията на ООН за изменението на климата (COP 27), която се проведе в Египет през ноември, няма по-добро време от днешния ден, 5 Декември – Световния ден на почвата, в който академичната общност да сподели и разпространи нашите знания и информация в областта на почвознанието, екологията, агротехнологиите и растителната защита.

Качеството на живота ни и устойчивостта на околната среда зависят от научните изследвания – данните и информацията за почвата, които ние учените получаваме, за да се гарантира предоставянето на ценните екосистемни услуги, които почвата извършва в полза на човечеството.

Нашата конференция включва учени и специалисти от различни професионални среди и институции, представляващи целия спектър от експерти, които работят в областта на почвознанието, екологията и агротехнологиите.

Надяваме се, че участниците на нашата конференция ще покажат как се справяме с предизвикателствата пред нашето общество и ще използват този форум като стимул за разработване на иновативни решения за успешно управление на дейностите в земеделието и околната среда.

Значителни заплахи продължават да засягат земеделието и околната среда, като много от тях са свързани с почвата: ерозия, загуба на въглерод и биоразнообразие, уплътняване и запечатване на почвата, замърсяване, засоляване и отрицателно въздействие върху околната среда, продоволствената сигурност, и качеството на храни и екосистемни услуги.

Считам, че колегите, които участват на тази конференция ще представят своите най-иновативни идеи и постижения за взимане на правилните решения в тази насока, в полза на обществото.

Откривам конференцията „Екология и агротехнологии – фундаментална наука и практическа реализация“, на която днес отбелязваме и нашия професионален празник – Световният ден на почвата - 5-ти декември.

Честит празник скъпи гости и колеги! Благодаря ви че сте тук! Бъдете здрави и желая нови творчески успехи.

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

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

PLENARY REPORTS

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

КОНВЕНЦИЯТА НА ООН ЗА БОРБА С ОПУСТИНЯВАНЕТО И НЕЙНОТО ГЛОБАЛНО И НАЦИОНАЛНО ЗНАЧЕНИЕ

Проф. д-р Методи Теохаров

Председател на Българско почвоведско дружество

Резюме

Направен е обстоен научен и критичен анализ на съдържанието, прилагането и значението на Конвенцията на ООН за борба с опустиняването на глобално и регионално равнище. Разгледани и допълнени са специфичните (комплексни) условия, които в различна степен определят разнообразието и характера на опустиняване в отделните засегнати райони на света (Африка, Азия, Латинска Америка и Карибски басейн, Северно Средиземноморие, Централна и Източна Европа). Детайлно са отразени и преоценени пропуските и недостатъците в приоритетни области, програми и теми и са предложени мерки и дейности за подобряването им. Направени са конкретни предложения за актуализация на Конвенцията и Националната програма за действие за борба с опустиняването относно въпроси, свързани с прилагане на държавнически и научен подход при оценка на процесите и явленията, водещи до деградационни и деструктивни процеси, рационално ползване и опазване на почвените, поземлени, горски и водни ресурси, възстановяване и повишаване на почвеното плодородие, смекчаване на климатичните промени, сушите и засушаванията и ограничаване на последствията им, залесяване, сеч и опожаряване на горите, опазване на биологичното равновесие, приемане на зелената сделка и създаване на зелени системи, прилагане на нови методи на изследване, демографския растеж и миграция на населението, подобряване на социалната, икономическа, законодателна и правна рамка, особено в региони със забавени реформи и други. Националната програма за действие е подложена на задълбочен анализ и научна критика и са предложени конкретни мерки и дейности за актуализацията.

Ключови думи: *опустиняване, борба с опустиняването, суша и засушаване, почви и земя, деградация на земята, ерозия, сухи, полусухи и малко влажни зони.*

Опустиняването на природните ресурси – важен глобален и национален проблем

Опустиняването на природните, респективно поземлените и почвени ресурси, е важен глобален и национален екологичен проблем с безспорни икономически, социални и демографски последствия и значение. Три млрд души от осеммилиардното население на планетата живее в сухите райони, които представляват 46 % от земната повърхност. За малко повече от половин век, сухите райони се увеличават с 4 %, а до края на века ще достигнат 25 %. Същевременно, една трета от сушата на земята е заета с пустини, а друга една трета от нея е деградирала от ерозия и изчерпване на хранителните вещества. Доказано е, че само 10 % от сухоземните екосистеми изхранват човечеството (Теохаров, 2011). Сушите и засушаванията, пороите и наводненията се превръщат в ежегодни бедствия за много страни и затрудняват решаването на продоволствения проблем. Държавите не са склонни да инвестират в такива райони с малък потенциал. Конвенцията на ООН за борба с опустиняването, редица други европейски и международни документи напомнят, че това не е възможно да продължава и те задължават държавите да изпълняват конкретни програми и мерки. Според Европейската агенция по околна

среда, 23 % от територията на ЕС е чувствителна към процесите на опустиняване, особено в южните ѝ райони. В Резолюцията на Европейския парламент (ЕП) (2021) с тревога се съобщава, че „към момента Европейският съюз и държавите-членки не са на път да изпълняват своите международни и европейски ангажименти, свързани с почвите и земите“. ЕП се обръща към страните-членки „за борба с опустиняването, възстановяване на деградираните земи и почви, вкл. и земите, засегнати от опустиняване, суши и наводнения“. В Световната харта на почвите (2016) се посочва, че деградацията на почвите по своята същност намалява или елиминира почвените функции и тяхната способност да поддържат екосистемните услуги, които са от жизнена важност за човека като благополучие. В специалния доклад, Европейската комисия (ЕК) (2019) посочва, че „опустиняването представлява заплаха за Европейския съюз (ЕС), което оказва значително въздействие върху земеползването“.

Конвенцията на ООН за борба с опустиняването – съвременна програма и стратегия за борба с опустиняването

Ръководно начало за решаването на тези въпроси се явява Конвенцията на ООН за борба с опустиняването, която обхваща почти всички „горещи“ точки на света и представлява важен международен документ. Определено трябва да се посочи, че въпреки разработената Национална програма за действие в борбата с опустиняването, Конвенцията не се познава добре и не се изпълнява с необходимата отговорност и внимание от отделните държави, вкл. и от България.

Целта на настоящия доклад е да се даде по-широка гласност на Конвенцията на ООН, да се направи обстоен и съдържателен анализ и на тази база да се открият особените (рискови) условия, при които протичат процесите на деградация и опустиняване на глобално и национално равнище, да се оцени нейната значимост и приложимост в отделните региони на света, възможности за актуализация на Националната програма за действие за борба с опустиняването, съобразно условията на нашата страна и настъпилите промени през последните 3-4 десетилетия.

Конвенцията на ООН за борба с опустиняването е резултат от конференцията на ООН по околна среда и развитие, проведена през 1992 г. в Рио де Жанейро, в която участват видни учени от цял свят. Приета е на 17.06.1994 г. в Париж, а влиза в сила на 26.12.1996 г., след като е ратифицирана от 50 страни. България я ратифицира през 2001 г. Страните по Конвенцията са 197, вкл. и ЕС с неговите 27 държави-членки. Днес тя е особено актуална в страни, които изпитват силна суша и/или опустиняване, респ. различни деградационни и деструктивни процеси от тези явления. Използваната екологически опасна и твърде разнообразна терминология създава тревожни мисли за опазването на почвените и поземлени ресурси. Най-употребяваните термини за целите на Конвенцията са: опустиняване, борба с опустиняването, суша, смекчаване последиците от сушата, земя, деградация на земята, почви, сухи, полусухи и малко влажни зони, засегнати зони и държави, регионална организация за икономическа интеграция, слабо развити и развити държави, страни по Конвенцията. Като водещ термин, опустиняването означава „влошаване качеството на земите в сухите, полусухите и малковлажните райони, в резултат на въздействията на различни фактори, вкл. измененията на климата и дейността на човека“.

Конвенцията на ООН е международно споразумение, което определя глобалната рамка за действията срещу борбата за опустиняване. На практика тя е важна международна програма и стратегия за разработване, преди всичко, на национални програми за действие в редица страни и зони на света. Според общите разпоредби, страни по Конвенцията са засегнатите и развитите държави, които

изпълняват своите задължения като потърпевши и подпомагачи. С приоритет се ползват страните от Африка. За изпълнението ѝ се разработват национални, подрегионални и регионални програми за действие. Ръководещи институции са Конференцията на страните и Постоянен секретариат. От особена важност са заключителните разпоредби, които касаят изпълнението на мерките и задачите в програмите за борба с опустиняването, във всеки отделен регион на планетата. В тази връзка, от приложените анекси, касаещи изпълнението ѝ на регионално равнище се вижда, че тя е насочена и конкретно приложима в страните от Африка, Азия, Латинска Америка и Карибския басейн, Северното Средиземноморие, Централна и Източна Европа.

Анекс I за прилагане на Конвенцията на регионално равнище за Африка

Прави впечатление, че Конвенцията в този регион обхваща голям брой сухи, полусухи и малко влажни зони в 54 държави с население над 1,4 млрд жители. Целта на този анекс е да съдейства за ограничаване на процесите и дейностите, свързани с опустиняването и/или смекчаване последствията от сушата в зони с често повтарящи се „жестоки“ суши. За целта се отчитат специфичните (рискови) условия на живот в отделните страни, широкото разпространение на бедността в тях и демографския растеж. Силната зависимост на населението от природните условия като източници на средства за съществуване, което в съчетание с демографските тенденции и фактори, слабата технологична база и нерационалната производствена практика води до сериозна деградация на ресурсната база (земя, почви, растителен и животински свят, биоразнообразие и др.). На тази основа развитите държави, съобразно чл. 6 от общите разпоредби на Конвенцията, се задължават да оказват помощ (финансова, трансфер на технологии, знания, методи и ноу-хау и достъпа до тях) на взаимносъгласувана основа. В регионалните програми са включени мерки за решаване на проблемите, възникващи във връзка с миграцията, предизвикани от екологични и социални фактори, респ. продължително повтарящи се суши и/или недостиг на храни и питейна вода. Системите за ранно планиране, прогнозиране и предупреждение за смекчаване на последствията са неиздържани и миграцията на населението ежегодно се разширява и увеличава от различните географски зони на Африка към развитите страни. Пропускат се много важни моменти в анекса от задълженията на развитите и слаборазвитите страни, че всичко по-горе най-бързо може да се осъществи на междуправителствена проектна основа чрез добре подготвени научни и научно-приложни проекти, разработени и ръководени от утвърдени екипи и учени на водещи институти и организации, така, както се правеше в миналото. Развихрилата се миграция от юг към север поради неспазване решенията на Конвенцията и политическите грешки и вмешателства на някои държави, налагат ООН да актуализира този важен документ, за да му придаде ново съдържание с конкретни регионални и подрегионални мерки и задачи, така, както е направено в анекса за Централна и Източна Европа. За целта е необходимо приемане на критерии и изисквания за повишаване културата на земеделие и опазване на поземлените и почвени ресурси. В националните програми за региона отсъстват държавния и научен подход за прилагане на мерки за възстановяване плодородието на широко разпространените деградирани екосистеми със Засолени, Примитивни и Слабо развити почви, които са подложени в най-голяма степен на опустиняване. Не бива да се позволява превземане на целинни пространства и гори, без грижа за почвеното плодородие на постоянно обработваемите земи. И не на последно място, не може да продължава грубата намеса в управлението и икономиката на слаборазвитите държави в региона. Всичко това определя лошото качество на живот и ниския индекс на човешко развитие в много държави на Африка.

Анекс II за прилагане на Конвенцията на регионално равнище за Азия

В този анекс се подчертава, че голяма част от територията на 48 азиатски държави с население 4,3 млрд души, също са засегнати от опустиняване или суша или са застрашени от тях. Тези държави са разнообразни по отношение на климатични, хидрологични, топографски и биологични характеристики, схеми на земеползване и социално-икономически системи. Природните ресурси в тях интензивно се експлоатират с цел получаване на повече средства за съществуване. Неустойчивите системи за производство, непосредствено свързани с повсеместна бедност, водят до деградация на поземлените и почвени ресурси и „засилване експлоатацията на оскъдните водни ресурси“. Наблюдава се значителна зависимост от световната конюнктура при решаване на социалните проблеми, като бедност, лошо състояние на изхранването на населението, отсъствие на системи за производствени резерви, миграция, вътрешно движение и демографски растеж. Необходимостта от международно научно-техническо и технологично сътрудничество е повече от задължителна за постигане целите на устойчиво развитие, свързани с борбата с опустиняването и смекчаване последствията от сушата. В националните, регионални и подрегионални програми се препоръчва включване на дейности като изграждане на капацитет, образование и информиране на обществеността, изследвания, трансфер, придобиване и адаптиране, разработване и внедряване на нови технологии. Това е възможно да се постигне, тъй като добре развиващите се азиатски държави, въпреки твърде сложните и особени природни условия, се стремят да ги опазват и ограничават екологическите въздействия. Някои по-развити държави правилно оценяват икономически поземлените и почвени ресурси и земята в тях има висока парична стойност. Прави впечатление, че в националните програми се включват анализи за миграцията и демографските аспекти, свързани със сушата и опустиняването. Слабост в анекса е, че не се предлагат конкретни мерки за смекчаване на климатичните промени и ограничаване на техните въздействия, въз основа на Рамковата конвенция на ООН за изменение на климата (2015).

Анекс III за прилагане Конвенцията на регионално равнище за Латинска Америка и Карибския басейн

В Конвенцията са посочени обширни уязвими зони в региона, които са били сериозно засегнати от опустиняване и/или суша и на които са присъщи хетерогенни екосистеми и характеристики с разширяващ обхвата си процеси от социални, културни, икономически и екологически последствия. Регионът съдържа едни от най-големите ресурси на биоразнообразието в света и това го прави още по-значим и важен за подържане на екосистемните услуги в тази южна част на континента. Едно от най-сериозните последствия от опустиняването и сушата е резкия спад на продуктивността на екосистемите, което се изразява в намаляване на добивите в земеделието, животновъдството и горското стопанство и нарушаване на биологичното равновесие, обедняване и влошаване качеството на живота. В тази връзка, в националните програми и стратегии се препоръчва и се дава възможност да се разработват различни теми с цел внедряване на технологични решения, смекчаващи последствията от сушата и борбата със засушаването. Прави впечатление, че в този регион на света са включени конкретни теми за рационално ползване и опазване на почвените ресурси, усвояване и ефективно ползване на водните ресурси, в частност водосборните басейни, устойчива експлоатация на природните ресурси във високопланинските райони. Специални теми са планирани за усъвършенстване и създаване на системи за мониторинг и ранно предупреждение, на системи за оценка на данни, които отчитат почвените, климатичните, метеорологичните, хидрологичните, биологичните, икономическите и

социалните фактори и условия. В унисон с разпоредбите на Конвенцията за биологично разнообразие, специално място е отделено на стратегии за устойчиво използване и съхраняване на биоразнообразието на ниво общини и защитени територии. Това е напълно обяснимо, след като регионът е познат като „белите дробове“ на континента и света и се наблюдава много внимателно от всички световни екологични организации. Като слабост може да се отчете отсъствието на специални мерки за ограничаване на горските пожари и сечта в горите, вследствие на което се нарушава биологичното равновесие.

Анекс IV за прилагане на конвенцията на регионално равнище за Северното Средиземноморие

Особените условия на региона на Средиземноморието като цяло се характеризират със сух климат върху значителни територии, с неравен планински релеф със стръмни склонове и доста разнообразен пейзаж, сезонни суши, много голяма променливост и интензивност в количеството на валежите, водещи до порои и наводнения. Посочва се, че почвите са бедни и силно подложени на ерозия, върху които лесно се образува повърхностна кора. Горските пожари и унищожаването на горите и горската постелка са често явление. Кризата в традиционното селско стопанство е свързана с изоставянето на земи и постепенно разрушаване на почвозащитната и водохранителна роля на почвите. Специфичните условия са свързани и с неустойчивата и неправилна експлоатация на водните ресурси, водеща до нанасяне на сериозни вреди на околната среда, вкл. химическо замърсяване и токсикация, засоляване и изтощаване на водоносните почвени слоеве и пълно опустиняване на почвите. В Резолюцията на ЕП от 2021 г. се подчертава, че „25 % от напояваните земеделски земи в Средиземноморието са засегнати от солта“, т.е. от протичащи активни процеси на засоляване. Препоръчва се разработването на национални програми с кратки срокове, които да включват комплекс от мерки, отнасящи се до устойчиво управление на пасищата и горите, почвените и водни ресурси, прилагане на съвременни системи на земеползване, защита от горски пожари, предотвратяване ерозията на почвите и др. Препоръчва се да се разработват и изпълняват подрегионални, регионални или съвместни програми за действие между отделни страни или група такива. Слабост в анекса е, че не се отразяват достатъчно ежегодните загуби и унищожаването на биологичното разнообразие от горски пожари, характерни за региона. Според Рамковата конвенция за изменение на климата (2015), планирането и приемането на дейности по зелената сделка и изграждането на зелени системи са неотложни задачи за региона на Северното Средиземноморие.

Анекс V за прилагане на Конвенцията за Централна и Източна Европа

Твърде специфични и комплексни са условията, отнасящи се до проблемите и предизвикателствата на държавите от тези региони на Европа. Те се отнасят преди всичко до процесите на икономически преход, укрепване на социалната и макроикономическа рамка за пазарни и икономически реформи. Към специфичните условия се посочва многообразието от форми на деградация на земята в различни екосистеми, последиците от засушаване и рисковете от опустиняване в територии, предразположени към почвена ерозия, причинена от водните стихии и вятъра, каквито се наблюдават и в България. Като кризисни условия в земеделието са определени намаляването на обработваемата земя и неподходящите системи за напояване, постепенното влошаване на структурите и екосистемите, опазващи почвите и водите. Като цяло се поставя акцент на неустойчивата експлоатация на водните ресурси, водеща до сериозни екологични вреди, в т.ч. наводнения и засоляване, химическо замърсяване и изтощаване на водоносните хоризонти и

почвите. Към кризисните условия се посочват честите горски пожари и загубите в горското покритие, рисковете от нарастващи икономически и социални затруднения в районите, засегнати от деградация на земята и почвите, опустиняване, суша, порои и наводнения. Анализите показват, че сушите в Източна и Югоизточна Европа в продължение на последните три-четири десетилетия са сезонно продължителни или периодично повтарящи се, вкл. и у нас. Те са съчетани „с използване на практики за неустойчиво развитие, в резултат на физически, биологически, политически, социални и икономически фактори“, което води до тежки демографски и екологични последици, като разширяване ареала на пустеещите земи и заличаване на много селища, особено и у нас. Препоръчва се националните програми за действие за борба с опустиняването да бъдат неделима част от политическата и законодателна рамка за устойчиво развитие и да се разглеждат по подходящ начин различните форми на деградация на земята, опустиняване и засушаване. Страните могат да изпълняват самостоятелно и съвместно, в рамките на съществуващи или бъдещи двустранни договорености. В подрегионалните и регионални и съвместни програми за действие има възможност да се използва научна и развойна дейност за избрани екосистеми в засегнати области на опустиняване.

Национална програма за действие за „Устойчиво управление на земите и борба с опустиняването в Р България“

Конвенцията в нашата страна е ратифицирана от НС по предложение на Министерския съвет през 2001 г. През 2014 г. е приета Национална програма за действие за „Устойчиво управление на земите и борба с опустиняването в Р България“. Програмата е разработена въз основа на 43 научни и научно-приложни разработки, 17 закона, 8 разпоредби и 2 правилника. Това са източници, които съдържат широкотематичен и разнообразен доказателствен материал с актуални данни и информация. Програмата има ясно формулирана цел: „ограничаване деградацията на земите и борба с опустиняването за запазване и развитие на капацитета на екосистемите за постигане на чиста, безопасна и привлекателна околна среда, икономическа стабилност, подобряване качеството на живот“. Посочва се, че площта на земите със земеделско предназначение е 5192940 ha, което представлява 46,8 % от територията на страната. Като се имат предвид и други аграрноикономически данни, това е сигурен показател, че в бъдеще България ще се развива като аграрна страна (Теохаров, 2010). Ето защо, опазването на поземлените и почвени ресурси е първостепенна национална задача. Посочва се още, че използваната земеделска площ (ИЗП) е в размер от 4976815 ha и представлява 44,8 % от площта на страната. Обработваемите земи заемат 3469388 ha и представляват 69,7 % от ИЗП. От тях 50 % се обработват под наем, 45 % - под аренда и 5 % от земите - от собствениците. Определено може да се предположи, че само собствениците, които обработват сами земята, се грижат за нея, съобразно установените системи на земеделие и изискванията за повишаване на почвеното плодородие. Останалите, както е известно, я експлоатират и налагат трайно монокултурно земеделие. Делът на изоставените и пустеещите земи се запазва и към 2021 г. е малко над 30 %. Причините за трайния тренд на този показател са комплексни, но на първо място са упадъка и загиването на българското село и демографския срив в него. Не е възможно при лошото съчетаване на природни и човешки фактори, процесите на опустиняване да не се активизират и делът на пустеещите земи да не се увеличава в бъдеще.

Устойчивото управление на земите се основава и доказва чрез екосистемния научен подход и установени научнообосновани характеристики за физикогеографските дадености и условия. За целта в Националната програма се прави задълбочен анализ на състоянието на земните ресурси (почви, води,

растения, животни). Ресурсното им разглеждане в земеделски, горски и нарушени територии дава пълна представа за протичането на процесите на деградация и опустиняване, за предприетите мерки за ограничаване и същевременно подобряване на техния агроекологичен потенциал. Водещо място при разглеждане на природните ресурси е отделено на почвите, селскостопанските земи и пасища, растителната покривка и животинския свят, горите, водните ресурси и биологичното разнообразие. Характеристиката на деградационните и ерозионни процеси, протичащи в тях, е подробна и научнообоснована. Описани са редица деструктивните процеси, водещи до опустиняване: деградация на земята, засушаване, почвена ерозия, дехумификация, засоляване, киселяване, техногенно замърсяване, сезонно повърхностно преовлажняване, свлачищни процеси и др. Не е достатъчно, обаче, само да се характеризират тези процеси, а по-важно е да се посочи точно формирането и разпространението на бедни почви и големи пространства от пустеещи неплодородни земи в конкретни и екологично застрашени райони. В тази връзка, когато се тълкуват причините и последствията от процесите, водещи до опустиняване, е важно да се знаят и да се посочат класовете или типовете примитивни и слабо развити почви (Литоземи, Ранкери, Регоземи, Пясъчни и други плитки почви) с първичен генезис и хабитус (Теохаров, 2011, 2019). Обикновено те са разпространени в ареали с висока степен на деградация и опустиняване с ясно изразен термоксеричен или криоудичен педоклимат. Това са крайни екстремни условия, които съществуват в нашата страна и водят до опустиняване на определени земеделски и горски територии, които не са споменати. При посочените пълнопрофилни и мощни почви (Лесивирани и Метаморфни) с вредна киселинност, не протичат процеси на опустиняване. Напротив, те са с високо растително покритие и голяма биопродуктивност, особено в екосистеми на горски територии, където растителността е ацидофилна и цитирането им в обсега на процесите на опустиняване е необяснимо и неправилно. Недостатъчно място е отделено на нарушените територии, където срутищата (неправилно определяни като свлачища), са характерно явление и за тяхното ограничаване се отделят милиони левове. Точното тълкуване на понятията, свързани с процесите, протичащи при нарушаване на почвената покривка и функциите на почвата, е от особено значение за прилагане на точни решения в практиката. Почвата е биологична система, която притежава свойството плодородие и завидна геологична и историческа памет. Тя е важен екологичен и продоволствен ресурс и основно средство за производство и възпроизводство на жизненоважни продукти. Почвата живее, движи се, диша, пулсира, развива се, старее, но никога не умира сама. Грижата за здравето на почвата е грижа за здравето на хората. Превръщането на почвата в безжизнена маса и територия обрича всяка нация на гибел. Наша отговорност е да я опазим и завещаем чиста и здрава на бъдещите поколения. Ето защо, при разработване на подобни национални документи като програмата, фундаменталните понятия и въпроси трябва да са научнообосновани.

Направената пълна характеристика на климатичните условия дава възможност за прогнозиране, планиране и ранно предупреждение на редица явления и процеси, предизвикани от техния променлив характер на проявление. Програмата би била по-пълна, ако бяха представени повече данни за климатичните промени у нас, сушите и засушаването през последните няколко десетилетия, които съществено се отразиха върху състоянието на горската растителност в хълмистите и полупланински райони с преходносредиземноморски климат. Недостатък е и, че не се оценява педоклимата чрез единния почвено-климатичен показател – хидротермичен режим, който дава пълна представа за измененията в почвите и климата, за процесите на засушаване и опустиняване за по-дълъг период от време в отделните агроекологични райони на страната. В разработените тематични програми се отчита ролята и отговорността на

местното самоуправление, което обаче за сега не е подкрепено с подходяща законодателна и правна уредба. В тази връзка, разработените тематични програми за законодателната и правна рамка се нуждаят от осъвременяване и подобряване и конкретни реформи, така, както се посочва в анекса за Централна и Източна Европа. Към специфичните проблеми и предизвикателства, в този анекс се включва „нуждата от укрепване на социалната и политическа рамка за икономически и пазарни реформи по време на икономически преход“. Проблем, който продължава да е актуален за решаване при днешните условия. Всъщност, в самата Национална програма, още в заглавието е посочено, че актуализацията е за програмен период до 2020 г. Предвидена е много правилно Програма за разработване и включване на учебни програми за устойчиво управление на земните ресурси на всички нива на образователната система, с цел възпитание на младите хора към опазване и защита на природните ресурси и околната среда.

Заклучение

Конвенцията на ООН за борба с опустиняването е глобална и международна програма и стратегия с важно (агро) екологично, икономическо и социално значение за всеки народ и държава. Това е политически и многофункционален документ, приет въз основа на доброволно споразумение между държавите, с цел преди всичко разработване и изпълнение на национални, регионални и подрегионални програми за действие за борба с опустиняването. От направения анализ се установява, че Конвенцията дава добра представа за особените (комплексни) условия и приетите мерки и дейности за борба с опустиняването в регионите на Африка, Азия, Латинска Америка и Карибски басейн, Северно Средиземноморие, Централна и Източна Европа. Съобразно природните, физикогеографски, икономически, социални, демографски и екологически дадености, Конвенцията предлага примерни (моделни) програми за действие и разработване на такива на национално равнище, отчитайки конкретните (рискови) условия и потребности на всяка от засегнатите държави.

Националната програма за действие за борба с опустиняването у нас и внимателния прочит по нея задължава страната да провежда по-добра държавна и научна политика за устойчиво управление на поземлените и почвени ресурси, земеделието и аграрната ни икономика за подобряване на поземлените и социални отношения и заздравяване на демографските показатели. Програмата се нуждае от сериозна и задълбочена актуализация и поставяне на по-високи изисквания към различните институции и организации за нейното изпълнение.

Литература

- Теохаров М. 2006. Почвените ресурси в света. Състояние, проблеми и опазване. Почвознание, агрохимия и екология, № 4, 3-11, ССА, С.
- Теохаров М. 2006. Почвените ресурси в България. Състояние, проблеми и опазване. Селскостопанска наука, №1, 23-27, НЦАН, С.
- Теохаров М. 2010. Почвените ресурси и тяхното устойчиво управление. Монография, 103 с., ССА, С.
- Теохаров М. 2011. Почвите и земята на България – национално и вековно богатство. Монография. Избрани научни трудове, 228 с., С.
- Теохаров М. и др. 2019. Генетична и приложни класификации за почвите и земите на България, 212 с. БПД, С.
- Конвенция на ООН за борба с опустиняването. 87 с., ССД, 1996.
- Национална програма за действие за устойчиво управление на земите и борба с опустиняването в Р България, 2014, С.
- Обновена световна харта за почвите. 12 с., ССА. 2016.

Рамкова конвенция на ООН по изменение на климата, приета на 12.12.2015 г. в Париж.

Резолюция на ЕП от 28.04.2021 г. относно защита на почвите (2021/2548 (RSP)).

Специален доклад №33 от 2018 г. от ЕК. Борбата с опустиняването в ЕС – нарастващата заплаха.

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ
(ПЪЛЕН ТЕКСТ)

ORAL REPORTS
(FULL PAPER)

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ
(ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)

УСТОЙЧИВО УПРАВЛЕНИЕ НА НЕПРИЯТЕЛИ ОТ РОД *MELOIDOGYNE* (NEMATODA: MELOIDOGYNIDAE) В ОРАНЖЕРИИ – ПОДХОДИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА В БЪЛГАРИЯ

Женя Илиева¹, Винелина Янкова², Илиян Илиев³, Даниела Ганева²,
Милена Керчева¹

¹Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров“, Селскостопанска академия

²Институт по зеленчукови култури – Марица, Селскостопанска академия

³Софийски университет „Св. Кл. Охридски“

Резюме

Основните зеленчуци отглеждани в култивационни съоразения в България са домати и краставици. Галообразуващите паразити от род *Meloidogyne* са икономически най-важните растителнопаразитни нематоди при зеленчукопроизводството. В настоящата работа са разгледани нови и класически подходи при управлението на тези вредители като устойчиви сортове, в това число и присадки, прилагане на растителни екстракти и биоагенти като част от интегрирано или биопроизводство. Предложено е преразглеждане на праговете на вредност при краставици.

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PESTS OF THE GENUS *MELOIDOGYNE* (NEMATODA: MELOIDOGYNIDAE) IN GREENHOUSES – APPROACHES AND CHALLENGES IN BULGARIA

Zhenya Ilieva¹, Vinelina Yankova², Iliyan Iliev³, Daniela Ganeva², Milena Kercheva¹

¹ Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “N. Poushkarov”,
Agricultural Academy

² Maritsa Vegetable Crops Research Institute, Agricultural Academy

³ Sofia University “St. Kl. Ohridski”

Abstract

Tomato and cucumber are the main vegetables grown in protected cultivation in Bulgaria. Root-knot nematodes of genus *Meloidogyne* are the most economically important pests in vegetable production. In the present work the follow new and classic approaches of pest management were considered – selection of resistant varieties and rootstocks, different type of application of plant extracts and bioagents as a part of integrate or bio- production. A review of damage thresholds of root-knot nematodes in cucumber was proposed.

Въведение

Основните зеленчуци отглеждани в култивационни съоразения в България са домати и краставици като производствения дял в тях заема съответно от 35-50% при доматите и 60-80% при краставиците (Фигура 1). Политиленовите оранжерии и тунели заемат 2/3 от общата площ на култивационните съоразения, а 85% от продукцията се произвежда върху почва.

Растителнопаразитните нематоди причиняват загуби от 12.3 % (\$157 милиарда) в световен мащаб (Singh et al., 2015). Галообразуващите нематоди (ГОН) от род *Meloidogyne* са най-често наблюдаваните и вредоносни растителнопаразитни нематоди в зеленчукопроизводството (Jones et al., 2013). Загубите зависят от началната популация в почвата, вида и сорта на културата, техниката на отглеждане както и редица биотични и абиотични фактори (Ornat and Sorribas, 2008). Kaskavalci (2007) съобщава за 80% загуби при домати в западна Анадола, а Ornat et al., (1997) наблюдава 60% при оранжерийни краставици.

ГОН често са част от комплексни заболявания по растенията. По-остро протичане на редица болести по зелчуци от семейство Solanaceae, причинени от патогенните гъби *Rhizoctonia solani*, *Pythium debaryanum* и *Fusarium oxysporum* и бактерии *Ralstonia solanacearum*, *Agrobacterium tumefaciens* са следствие от съчетаното им опаразитяване с *Meloidogyne* spp. (Evans and Hydock, 1993, Francl and Wheeler, 1993, Shahbaz et al., 2015). Устойчивостта към бактериено и гъбно увяхване се нарушава при съчетана инвазия с ГОН. Често тези нематоди намаляват и толерантността на растенията към абиотичен стрес (Castillo et al., 2003; Fourie et al., 2016).

Цел на настоящата работа е да се направи анализ на досегашни изследвания и да се предложат някои решения при управлението на галообразуващи нематоди в оранжерийното производство на нашата страна.

Материали и методи

При серия от оранжерийни опити проведени в периода 2018- 2022 г. са изпитани различни комбинации на химически препарати за растителна защита, растителни екстракти и микробиални агенти срещу ГОН. Част от резултатите са публикувани, а други са нови. Методиката и дизайнът на опитите са публикувани от Ilieva et al. (2021) и Markova et al. (2023).

Към опитите е добавено изпитване на комбинация на българският щам на *Trichoderma asperellum* T4 в самостоятелно или комбинирано приложение с растителен екстракт от чесън NemGuard EC по схемата, прилагана и за другите щамове, описана в Markova et al. (2023).

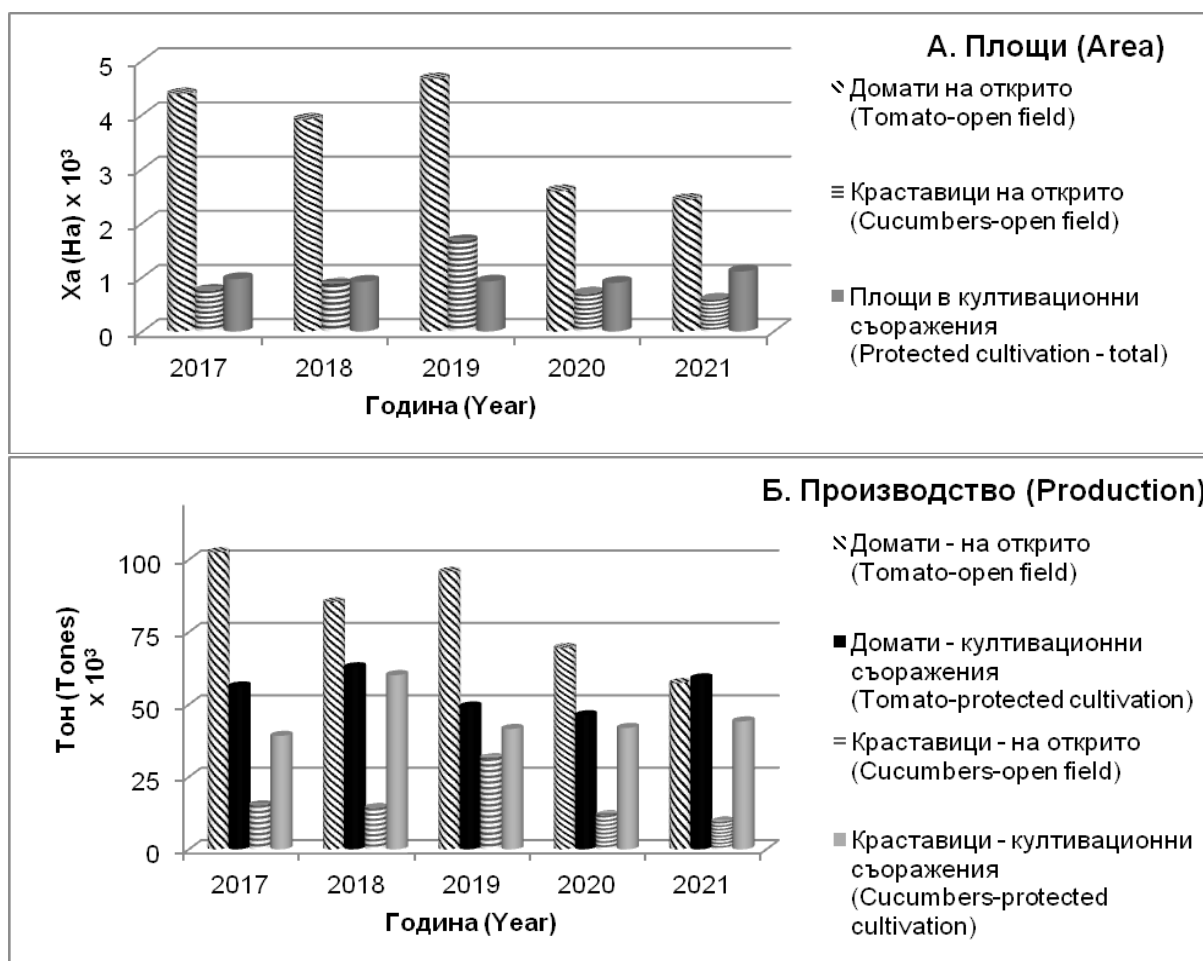
В статията се разглеждат и някои резултати от опити за устойчивост на домати от българската селекционна листа към ГОН. Опитите са провеждани в 1 л съдове с почвено-торова смеска (стерилна почва:пясък – 1:1) са засадени 60 дневни растения домати и са заразявани с инвазионни ювенилни на *Meloidogyne arenaria* в концентрация 5 J₂/1 g суха почва. Степента на нападение е отчитана след 65 ден по скалата на Bridge and Page (1980).

Резултати и обсъждане

При направения анализ се очертават няколко основни предизвикателства свързани с управлението на галообразуващите нематоди при оранжерийното производство.

Всички срещащи се в нашата страна видовете на род *Meloidogyne* със икономическо значение (*M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* и *M. hapla*) са *полигостални*. При провежданите през последните години проучвания често ГОН са установявани в смесени популации в оранжерийните площи. Този факт изключва прилагането на сеитбообръщение като ефикасен метод контрол на неприятелите. Още повече интензивното производство в оранжерийните площи с междинни култури подпомага задържането на плътността на инвазиоспособните стадии в почвата в по-високи стойности. Например при дългосрочен експеримент с краставици и две междинни култури салати след края на вегетацията на втората междинна култура е установена плътност от 2 J₂ на г суха почва през март в неотопляема оранжерия от

Садово (Ilieva et al., 2021). Наличието на такива стойности през неблагоприятния зимен сезон се отразява в по-големи поражения върху последващите култури от краставица през пролетно-летния и лятно-есенния сезон на отглеждане.



Фигура 1. Площи (А) и произведена продукция (Б) в култивационни съоразения и на открито за периода 2017-2021 г.(по данни на Агростатистика – Бюлетин за производство на зеленчуци 2017-2021)

Figure 1. Area (A) and production (Б) at protected facilities and open field in the period 2017-2021 (data of Agrostatistica – Bulletin Vegetable production 2017-2021)

Видовете от род *Meloidogyne* често развиват биологични раси с по-голяма агресивност, които могат да компрометират представянето на устойчиви сортове. При наши проучвания върху устойчивостта към ГОН на линни от селекционната листа на домати в ИЗК бяха открити образец с пълна устойчивост към агресивни популации на *M. arenaria* и *M. incognita* – 469/19. При други 472/19, 44/19, 753/19, 33/19, 37/19 и 823/16 беше установена слаба стерен на зараза и се считат като перспективни за последващ отбор. При краставиците няма устойчиви сортове. При проучване върху видове и сортове от сем. Cucurbitaceae като потенциални подложки с устойчивост към галообразуващи нематоди е идентифициран напълно устойчивият сорт Carotina на мускатова тиква (*Cucurbita moschata*) (Yankova et al., 2017). Независимо, че този метод на контрол е широко разпространен в Азия не е популярен сред нашите производители и на пазара няма предлагане на разсад от краставици върху устойчиви присадки.

Рискът при прилагане на химически средства за борба е пряко свързан с безопасността и качеството на храните като потенциална опасност за натрупване на пестицидни остатъци в растителната продукция. Той има пряко отношение за човешкото здраве и околната среда, като в най-голяма степен засяга хората работещи с нематоциди. Това води в общо европейски мащаб до забраната на редица химически препарати. По данни на Евростат през 2011 г. в България има регистрирани 242 активни вещества на пестициди, докато през 2020 те са 65 (EUROSTAT). От тях с нематоциден ефект са 6 под 18 търговски препарата за растителна защита. Намаляването броя на препаратите носи риск от развитие на резистентност и съответно увеличаване на обема и честотата на използване. Един от основните елементи в зелената сделка, свързан с общата селскостопанска политика на ЕС е намаляване използването на химически пестициди и увеличаване делът на площите с биологично производство. Последните трябва да достигнат 25% като в момента този процент за нашата страна е 2,3% при средно европейски от 9.1%.

Търсенето на алтернативни вещества и потенциални биоагенти за контрол на ГОН е непрекъснат процес като включването им в системи за интегрирано управление или биологично производство е доста дълъг. В серия от оранжерийни опити са изпитвани различни комбинации от биоагенти, растителни екстракти и конвенционални препарати (Таблица 1). При проследяване на инвазиоспособността

Таблица 1. Ефикасност на DMDS и стратегия за последващо прилагане на биопестициди за контрол на галообразуващи нематод (*M. arenaria*)*

Table 1. Efficacy of DMDS alone and its strategies with biopesticides in controlling the root-knot nematode (*M. arenaria*)**

Третиране на първа култура (Брой приложения) Treatments first crop (nr. application)	Третиране на втора култура (Брой приложения) Treatments second crop (nr. application)	Поражения върху кореновата система Root damage	
		RGI (96DAT)	% намаляване на поражението reduction
Нетретирана контрола Untreated control	Нетретирана контрола Untreated control	6.4 a	-
Fosthiazate 10G 40 kg/ha (1)	Охамил 10L/ha (1)	5.2 b	18.8
DMDS 94.1% 400 L/ha (1)	Trichoderma (3) + Чеснов екстракт (Garlic extract) (3) 0.5 kg/ha+4 L/ha	3.7 c	42.2
	Никакво третиране не е извършено No treatment done	5.1 b	20.3

*Средните стойности в една и съща колона отбелязани с една и съща буква не се отличават значимо при тест на Tukey с 95% ниво на достоверност. Повредите по корените са отчитани чрез индекса на галообразуване (RGI) със скала от 1-10 след последната беритба. DAT – дни след присаждане.

**Averages in the same column sharing a common letter are not significantly different in accordance with the Tukey's test at a 95% confidence level. Root damage was based on root galling index (RGI) (0-10 scale) of cucumber plants at the last harvest. DAT: days after transplant

и вредоносния ефект на ГОН при първоначално третиране с DMDS (диметилдисулфид) през първия вегетационен сезон и последващо трикратно третиране с комбинация от екстракт от чесън (NemGuard EC) и два вида ентомопатогенни гъби от род *Trichoderma* – *T. asperellum* (T25) and *T. atroviride* (T11 (Tusal WG) беше установено Таблица 1, че има двукратно намаление на степента на опаразитяване на растенията в сравнение с конвенционалния нематоцид оксамил (Ilieva, 2021).

При сходни условия, но в различни варианти бяха изпитани два български изолата *T. asperellum* – T4 и T6. Приложението е шесткратно като вариантите са самостоятелно приложение на патогенната гъба и чесновия екстракт и комбинирано – съвместо или със редуване, както е при гореописания опит. Най добри биометрични резултати и най-нисък индекс на галообразуване (RGI) са получени при съвместно приложение на българския щам T6 на in *Trichoderma asperellum* + NemGuard. Ефикасността, отчетена при отделните варианти е най-висока при двата със съвместно прилагане на биоагента и чесновия екстракт (Таблица 2).

Таблица 2. Ефикасност на изпитвани продукти срещу *Meloidogyne* spp. краставица сорт Киара

Table 2. Effectiveness of the tested products against *Meloidogyne* spp. in cucumber variety Kiara

Treatment	Effectiveness (%)
Nemguard	58.82
<i>Trichoderma asperellum</i> strain T6	76.47
Nemguard + <i>Trichoderma asperellum</i> strain T6	88.24
Rotation	88.24

Обилието на инвазионни ювенилни стадии в почвата е наблюдавано при всички варианти на опита в сравнение с контролата, но съществена разлика е отчетена само при чесновия екстракт, докато при останалите варианти плътността на паразитите в почвата не се променя. При контролният вариант има двукратно достоверно увеличение. При втория български щам T4 резултатите са по-ниски, като се достига ефикасност от 51 %.

Заклучение

От получените резултати могат да се наравят следните изводи:

Изпитваните комбинации на растителен екстракт и ентомопатогенни гъби могат да бъдат част от интегрирано управление на вредителите след фумигиране.

Българският щам T6 на *T. asperellum* успешно да бъде прилаган в комбинация с чеснов екстракт при биологично производство при ниски (под 2 J2 на г почва) и средни стойности(3-5 J2 на г почва) на началната плътност на паразита при краставици. Тези данни се отличават от препоръчаните прагове на вредност от БАБХ (под 12 J2 на г почва) и тяхното преразглеждане е наложително при тази култура.

Литература

- Агростатистика, 2018-2022. Производство на зеленчуци в България, № 340, 357, 371, 386 и 402, <https://www.mzh.government.bg/bg/statistika-i-analizi/izsledvane-rastenievadstvo/danni/>
- Bridge, J and Page SLJ, 1980. Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management* 26, 296–298, doi: <https://doi.org/10.1080/09670878009414416>

- Castillo, P, Navas-Cortes JA, Gomar-Tinco D, Di Vito M and Jimenez-Diaz RM, 2003. Interactions between *Meloidogyne artiellia*, the cereal and legume root-knot nematode, and *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris race 5 in chickpea. *Phytopathology* 93, 1513-1523.
- Evans, K and Hydock PPJ, 1993. Interaction of nematodes with root-rot fungi. In: Khan, M.W. (Ed.), *Nematode Interactions*. Chapman and Hall, London, UK, pp. 104-133.
- EUROSTAT, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> last visited on 5-12-2022
- Fourie, H, Ahuja P, Lammers J and Daneel M, 2016. Brassicacea-based management strategies as an alternative to combat nematode pests: a synopsis. *Crop Protection* 80, 21e41.
- Francl, LJ and Wheeler, TA, 1993. Interaction of plant-parasitic nematodes with wilt-inducing fungi. In: Khan, MW (Ed.), *Nematode Interactions*. Chapman and Hall, London, UK, pp. 79e103.
- Ilieva, Z.; Lazarova, T.; Mitev, A.; Myrta, A. 2021. Monitoring of long-lasting effects of fumigation with dimethyl disulfide (DMDS) on root-gall index, root-knot and other nematode populations and crop yield over three protected cucumber crops in Bulgaria. *Agronomy* 2021, 11(6), 1206. DOI 10.3390/agronomy11061206
- Jones TJ, Haegeman A, Danchin EG, Gaur HS, Helder J, Jones MGK, Kikuchi T, Manzanilla-Lopez R, Palomares- Rius JE, Wesemael WML., and Perry RN, 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14: 946–961. doi: 10.1111/mpp.12057
- Markova, D, Yankova V, Ilieva Z, Iliev I, Draganova D and Arnaoudov B, 2023. Bioagent and plant extract strategy of control against root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) of greenhouse cucumber. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 29 (6).
- Ornat C, Sorribas FJ, 2008. Integrated management of root-knot nematodes in Mediterranean horticultural crops. In: A Ciancio, KG Mukerji, eds. *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 295– 320.
- Ornat C, Verdejo-Lucas S and Sorribas FJ, 1997. Effect of the previous crop on population densities of *Meloidogyne javanica* and yield of cucumber. *Nematropica* 27, 85– 90.
- Shahbaz, MU, Mukhtar T, Haque MI and Begum N, 2015. Biochemical and serological characterization of *Ralstonia solanacearum* associated with chilli seeds from Pakistan. *International Journal of Agriculture Biology* 17, 31-40.
- Singh, S, Singh B and Singh AP, 2015. Nematodes: A threat to sustainability of agriculture. *Procedia Environmental Science* 29, 215–216. doi:10.1016/j.proenv.2015.07.270
- Wesemael, W, Viaene N and Moens M, 2011. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology*, 13(1), 3-16. doi: 10.1163/138855410X526831
- Yankova, V, Markova D, Velkov and S Masheva, 2017. Screening of cucurbitaceous rootstocks against root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and soilborne pathogens (*Fusarium* spp. and *Pythium* spp.). *Agricultural Science and Technology*, 9 (1), 62 – 66, Doi: 10.15547/Ast.2017.01.011

ПОТЕНЦИАЛЕН РИСК ОТ НАТРУПВАНЕ НА ТЕЖКИ МЕТАЛИ В ОРИЗОВИ РАСТЕНИЯ В РАЙОНА НА С. ЦАЛАПИЦА, ЮЖНА БЪЛГАРИЯ

Виктория Кънчева, Николай Динев

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н.Пушкаргов”
София, ул. „Банско шосе” № 7,
e-mail: hmpushkarov@abv.bg, viktoriq.kuncheva@gmail.com*

Резюме

Наличието на токсични елементи в ядивните части на земеделските култури представлява съществен риск за здравето на човека. Установяването на способността за натрупване на тежки метали от различните части на растенията би спомогнало за намаляване на потенциалния риск от интоксикация на посевите. В настоящата разработка е установено, че мангана (Mn) и желязото (Fe) се натрупват, доминиращо в класовете на ориза, докато съдържанието на цинка (Zn) има равномерно разпределение между зелената маса и класовете, най-ниско съдържанието на мед (Cu) има в класовете. Използването на подходящи растителни видове, в райони с повишен риск, като индикатор за тежкометално замърсяване и/или средство за пречистване на почвите би довело до намаляване на опасността от замърсяване на земеделската продукция.

Ключови думи: *околна среда, тежки метали, здравен риск, земеделска продукция.*

POTENTIAL RISK OF HEAVY METALS ACCUMULATION IN RICE PLANTS IN THE AREA OF TSALPITSA VILLAGE, SOUTHERN BULGARIA

Victoria Kancheva, Nikolai Dinev

*Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection
7, Shousse Bankya, Sofia, Bulgaria
e-mail: viktoriq.kuncheva@gmail.com*

Abstract

The presence of toxic elements in the edible parts of the crops represents a significant risk to human health. Establishing the ability to accumulate heavy metals from different plant parts would help reduce the potential risk of crop intoxication. The present study found that manganese (Mn) and iron (Fe) accumulated dominantly in the rice classes. At the same time, the content of zinc (Zn) had a uniform distribution between the green mass and the ears; the lowest in copper (Cu), there are rice classes. Using appropriate plant species in areas of increased risk as an indicator of heavy metal pollution and/or a means of soil purification would reduce the contamination risk of agricultural production.

Key words: *environment, heavy metals, health risk, agricultural production.*

Въведение

Установено е, че в много малки количества някои химични елементи като мед (Cu), желязо (Fe), молибден (Mo), цинк (Zn) и др. оказват благоприятно влияние върху растежа и развитието на селскостопанските култури и почвеното плодородие. Съдържанието на тези елементи над определени концентрации обаче може да доведе до обратен ефект – от затормозяване на развитието до пълна токсикация на посева. Използването на такава растителна продукция за храна на хората и животните оказва вредно влияние върху здравето им. Консумацията на замърсени животински продукти, макар и косвено също има негативен ефект върху здравето на човека (Mladenova and Markov, 1996-2000).

Наличието на тежки метали в земеделските култури, пряко или косвено, може да застраши здравето на човека. Поради тази причина е сформирано специално подразделение към ООН - експертен комитет по хранителни добавки - JECFA, съставен от експерти от Организация по прехрана и земеделие - FAO и Световна здравна организация - WHO (JECFA, 2002). Тяхната основна цел е да установят конкретни стойности на различните тежки метали и други замърсители в храните. Във връзка с това е разработен (Регламент (ЕО) № 1881/2006 на ЕК от 19 декември 2006 година за определяне на максимално допустимите количества на някои замърсители в храните), който дефинира максималното съдържание на замърсители в храните, в това число плодове, зеленчуци, овощки и др. В приложение № 1 са дадени конкретни максимално допустими концентрации на някои тежки метали като: олово (Pb), кадмий (Cd), живак (Hg), калай, неорганичен (Sn) и арсен (As).

За да се избегне токсично въздействие върху земеделските култури при напояване с води с повишено съдържание на манган (Mn), желязо (Fe), мед (Cu), цинк (Zn), флуор (F) и кобалт (Co) се препоръчва напояване с по-малки поливни норми, предимно на полски култури и при гравитачно напояване. Препоръчва се при производство на плодовете и зеленчуците за прясна консумация, да не бъдат напоявани с такива води (Petkov et al., 2007).

Редица изследвания доказват, че напояването с води с повишено съдържание на тежки метали, води до акумулирането им в различни части на растенията. Проведено е изследване върху ядивните части на 10 различни зеленчукови култури, които са напоявани с два вида вода: прясна и отпадъчна. Установено е, че концентрацията на всички изследвани тежки метали (желязо (Fe), манган (Mn), мед (Cu) и цинк (Zn)) е по-висока в растенията, напоявани с отпадъчни води спрямо тези, напоявани в прясна вода. Най-значително увеличение на концентрацията на желязо (Fe) и манган (Mn) е констатирана при ментата и спанака, а на мед (Cu) и цинк (Zn) при морковите (Arora et al., 2008).

Mahmoud & Ghoneim (2016) провеждат изследване върху ориз и царевица, напоявани с води със стойности на концентрацията на тежки метали, pH, натриево-абсорбционното отношение SAR, БПК₅ и ХПК над максимално допустимите за поливните води. По отношение на почвите е установено, че концентрацията на тежки метали (кадмий (Cd), олово (Pb), цинк (Zn), мед (Cu) и манган (Mn)) е по-висока от фоновата, докато тази в надземните части на ориза и царевицата, е по-висока от тази в почвата. Това доказва, че използването на води и почви, замърсени с тежки метали при отглеждане на ориз и царевица за консумация от човека, крие риск за здравето му.

В изследване проведено в Индия, в район с развита металодобивна промишленост, се дава информация за възможността за използване на макрофити, като механизъм за пречистване на водните тела. Също така е разгледано натрупването на тежки метали в различни части на растения при отглеждане на домати (Gupta et al., 2008). Определено е относителното поемане на тежките метали от различните части на растенията чрез т. нар. фактор на трансфер (TF).

Определянето на TF по отношение на почвата е извършено по методика предложена от (Chamberlain, 1983). Относителното преминаване на тежки метали от корените към останалите части на растенията е определено чрез TF по отношение на корените (Barman, et al., 2000). Установено е значително натрупване на тежки метали в макрофитите около реката, сходно с разпределението на тежките метали в почвата. Подобен модел е открит и у растенията домати, отглеждани в същия район. Всички фактори на трансфер за домати са <1 , което показва, че натрупването на тежки метали в различните части е незначително и не крие опасност за здравето на човека.

Водните растения имат способността да акумулират хранителни вещества и да ускоряват кръговрата на хранителните вещества в природата. Редица изследвания доказват, че макрофитите имат способността да пречистват замърсени с тежки метали води, като ги поемат (Nasu, et al., 1984; Brix & Schierup, 1989; Srivastava & Pandey, 1999).

Материали и методи

В настоящата разработка обект на изследване са оризища, намиращи се в землището на с. Цалапица. В района основен източник на води за напояване е Напоителна система „Тополница“, която води началото си от бент Лесичово. Напоителната система се захранва с води от яз. Тополница, респективно р. Тополница. По поречието на р. Тополница са разположени някои големи предприятия, които представляват потенциален риск за околната среда: „Елаците мед“, хвостохранилище „Бенковски-2“. От хранилището се просмукват кисели отпадни води с тежки метали в подпочвените води, а при сухо време хвостът се издухва от вятъра в нивите, къщите и реката. „Дънди прешъс металс“, хвостохранилище „Чавдар“, откъдето вероятно се просмукват в подпочвените води кисели води, утайки и инфилтрати, богати на арсен и тежки метали. „Дънди Прешъс Металс“, разтоварище за руден концентрат на ж. п. гара Златица, от заустване на отпадни води директно в битовата канализация и в р. Златишка, които води от своя страна се заустват в р. Тополница. „Аурубис“ зауства отпадъчни води при гр. Златица и гр. Пирдоп в р. Санър дере, р. Кору дере и р. Златишка. Той има увеличено няколко пъти производство, но няма пречиствателно съоръжение. Има констатирани залпови замърсявания от здравна и еко-инспекция (Оперативна програма „Околна среда 2007-2013 г.“).

Според Плана за управление на речните басейни за 2015-2021 год. са определени водните тела, при които съществува риск да не подобрят екологичното си състояние, като са систематизирани в групи. Басейнът на р. Тополница попада в 1-ва група, при която:

1-ва група: Съществува замърсяване от стари миннодобивни съоръжения, процесът на рекултивация и пречистване на отпадъчните води е много бавен, а в някои случаи – технически невъзможен. Въпреки, че при някои от водните тела отклоненията от добро състояние не са големи (умерено екологично състояние), на практика е невъзможно да се ограничи въздействието от старите щети, нанесени от миннодобивни дейности (План за управление на речните басейни, 2016-2021).

Основните причини за липса на подобрение във водните тела с лошо и много лошо екологично състояние са свързани със замърсявания от стари източници, използвани в миналото за рудодобив и преработка на метали. Такива водни тела са: р. Тополница и притоци от хвостохранилище „Медет“ до яз. „Тополница“.

Таблица 1. Данни за водните тела в района на р. Тополница и тяхното екологично и химично състояние

Table 1. Data on the water bodies in the region of the Topolnitsa river and their ecological and chemical status

№	Код на ВТ	Име на ВТ	Речен басейн	Състояние		Изместващи параметри
				Екологично ₁	Химично ₂	
1	BG3MA800R174	Река Медетска	Марица	4	4	Макрозообентос, pH, Електропроводимост, SO ₄ , Fe, Mn, Cu, Ni, Cd
2	BG3MA800R223	Река Тополница и притоци от хвостохранилище Медет до яз. Тополница	Марица	4	4	Макрозообентос, Mn, Cu, Cd
3	BG3MA800L160	Язовир Тополница	Марица	3	1	Хлорофил А, Cu, As

₁ Екологично състояние: 1- отлично/добро; 2 – неизвестно; 3 – умерено; 4 – лошо; 5 – много лошо ПУРБ, 2016

₂ Химично състояние: 1 – добро; 2 – неизвестно; 3 – лошо; 4 – много лошо

Анализ на почвени проби

Оценката на качеството на почвите се прави в съответствие с (Наредба №3 от 12 август 2008 г. за нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите), в която са посочени максимално допустимите концентрации (МДК) на изследваните показатели в зависимост от типът земеползване, обектите на опазване, механичният състав и pH (H₂O) на почвите.

Почвените проби са взети от две дълбочини: 0-20 cm и 20-40 cm.

Анализиран са за съдържание на макроелементи и тежки метали преди и след приключване на вегетационния период.

Определени са основни почвени параметри – органичен въглерод, общ азот, общ фосфор, pH, общ въглерод, нитратен азот, обменна плътност и някои тежки метали и металоиди като олово (Pb), мед (Cu), цинк (Zn), кадмий (Cd), арсен (As), хром (Cr), никел (Ni).

Химичният анализ на почвените проби включва определянето на общи форми на макроелементи и тежки метали, по утвърдени стандартни методики използвани в лабораторията на ИПАЗР "Н. Пушкиров" и външна лицензирана лаборатория.

Анализ на растителни проби

Изследването на растителните проби за тежки метали е извършено с извлек на амониев нитрат и на амониев ацетат – pH 7,0. Използвани са обичайни агрохимични извлекци за определяне на усвоими за растенията микроелементи в почви (Zeien & Brümmer, 1989).

За определяне на натрупването на тежки метали в различните части на растенията е използван фактора на трансфер, като е разгледан в два варианта: по отношение на почвата и по отношение на корените.

$$TF_n = \frac{C_{p.ч.}}{C_n} \quad (1)$$

където $C_{p.ч.}$ е концентрацията на разглеждания микроелемент в дадената част на растението (корен, зелена маса или класове).

C_n е концентрацията на разглеждания микроелемент в почвата.

$$TF_k = \frac{C_{p.ч.}}{C_k} \quad (2)$$

където C_k е концентрацията на разглеждания микроелемент в корените.

Отношението между почвата и различните части на растенията (TF_n) >1 показва по-висока акумулация на разглеждания метал в съответната част на растението спрямо почвата (Barman et al., 2000).

Резултати и обсъждания

Анализирани са различните части на растения ориз (корен, зелена маса и класове), взети от оризище в землището на с. Цалапица в края на вегетационния период през 2017 год. за съдържащите се в тях тежки метали. Получените резултати са представени в Таблица 2. Концентрациите на разглежданите тежки метали във водите и почвите на оризището не превишават максимално допустимите концентрации, определени от нашето законодателство.

Таблица 2. Концентрации на някои тежки метали в различните части на растения ориз.

Table 2. Concentrations of some heavy metals in different parts of rice plants.

Растения ориз	Cu	Zn	Mn	Fe	Pb
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
корени	18	51	700	36750	0.12
зелена маса	8	33	0.02	0.01	0.27
класове	4	31	0.06	0.04	0.11
ОБЩО	30	115	700.08	36750.1	0.5

Получени са факторите на трансфер на разглежданите микроелементи по отношение на почвата и по отношение на корените (Таблица 3). Извличането на разглежданите микроелементи от почвата в различните части на растенията показва, че корените на ориза акумулират най-значително цинк (Zn), манган (Mn) и желязо (Fe). Растенията ориз натрупват най-малко манган (Mn) и желязо (Fe) в зелената маса и класовете. Натрупването на цинк (Zn) от почвата в зелената маса и класовете на растенията е със стойности на фактора на трансфер съответно 0,904 и респективно 0,849. Може да се заключи, че цинкът (Zn) представлява потенциален риск, тъй като има най-високи стойности и е сравнително равномерно разпределен във всички части на растението. Оловото (Pb) се акумулира най-вече в зелената маса на растенията, както от почвата, така и от корените. Трансфера на олово (Pb) от корените е най-вече към зелената маса, но се установява натрупване и в класовете. Натрупването на мед (Cu) в различните части на растенията е с фактор на трансфер <1 и показва, че растенията ориз не натрупват значителни количества от този елемент, като разпределението е корени>зелена маса>класове.

Трансферът на разглежданите микроелементи от корените към зелената маса и класовете може да се обобщи в три групи. Манганът (Mn) и желязото (Fe) се натрупват в отношение 20:80 – зелена маса : класове. При тези микроелементи най-голямото натрупване е в корените и разпределението в останалите части е незначително. Медта (Cu) и оловото (Pb) се акумулират в отношение 70:30 – зелена маса : класове. Тези елементи нямат фактор на трансфер >1 и при тях заплахата за здравето на човека е най-ниска. Последният разглеждан елемент е цинк (Zn), при

който разпределението на фактора на трансфер от корените към зелената маса и класовете е почти равностойно, т.е. отношението е приблизително 50:50. При този микроелементи има най-значителна опасност от натрупване на токсични количества в растенията ориз, което видно от високите стойности на факторите на трансфер.

Таблица 3. Фактори на трансфер (TF) на тежки метали в различните части на растенията ориз.

Table 3. Transfer factors (TF) of heavy metals in different parts of rice plants.

Растения ориз:	Cu		Zn		Mn		Fe		Pb	
	TF _к	TF _п	TF _к	TF _п	TF _к	TF _п	TF _к	TF _п	TF _к	TF _п
корени		0,411		1,397		2.500		6.255		0.007
зелена маса	0,444	0,183	0,647	0,904	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-6}$	2.250	0.017
класове	0,222	0,091	0,608	0,849	$9 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-6}$	0.917	0.007

Заклучение

Определянето и разбирането на почвените и растителни фактори би довело до по-добро разбиране на проблемите свързани със замърсяване на водните и почвени ресурси, както и до намаляване риска за човешкото здраве;

Подходящи растителни видове могат да се използват като индикатор за замърсяване на почвите с тежки метали при точково замърсяване от индустрия и отпадъчни води. Също така растителни видове могат да се използват и за пречистване на почвите при установено тежкометално замърсяване.

Оризите растения акумулират най-силно от почвата в корените си цинк (Zn), манган (Mn) и желязо (Fe). Цинкът се акумулира в отношение приблизително 50:50 – зелена маса : класове, медта в отношение 70:30 и манган (Mn) и желязо (Fe) е в отношение 20:80. Медта е с фактор на трансфер <1 и показва, че растенията ориз не натрупват значителни количества от този елемент.

Благодарности

Изследването е финансирано от Министерството на образованието и науката – Национален фонд „Научни изследвания“ (Проект КП-06 Н36/1).

Литература

- Младенова, Б., Марков, Е. (1996-2000). Проект №2: "Преустройство и екологични аспекти на напоителните системи, Задача №8: "Изследване на влиянието на тежките метали при напояване". София: ИХМ, ССА.
- Оперативна програма „Околна среда 2007-2013 г.“. (н.д.). МОСВ.
- Петков, П., Петрова, Р., Марков, Н., Гаджалска, Н., Кирева, Р., Чехларова, С., & Караиванов, К. (2007). Добри практики за напояване на земеделските култури. София: Авангард Прима.
- План за управление на речните басейни . (2016-2021). Басейнова дирекция Източноевропейски район, МОСВ.
- Регламент (ЕО) № 1881/2006 на ЕК от 19 декември 2006 година за определяне на максимално допустимите количества на някои замърсители в храните. (н.д.). ОВ L 364, 20.12.2006 г., стр. 5.
- Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B., & Mittal, N. (2008). Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food Chemistry 111, 811–815.

- Barman, S., Sahu, R., Bhargava, S., & Chatterjee, C. (2000). Distribution of heavy metals in wheat, mustard and weed grown in field irrigated with industrial effluents. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 489-496.
- Brix, H., & Schierup, H. (1989). The use of aquatic macrophytes in water pollution control. *AMBIO* 18, 100-107.
- Chamberlain, A. (1983). Fallout of lead and uptake by crops. *Atmospheric Environmental* Vol. 17. No. 4., 693-706.
- Gupta, S., Nayek, S., Saha, R. N., & Satpati, S. (2008). Assessment of heavy metal accumulation in macrophyte, agricultural soil, and crop plants adjacent to discharge zone of sponge iron factory. *Environ Geol* 55, 731-739.
- JECFA. (2002). Limit test for heavy metals in food additive specifications. Explanatory note. JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA).
- Mahmoud, E., & Ghoneim, A. (2016). Effect of polluted water on soil and plant contamination by. *Solid Earth*, 7, 703-711.
- Nasu, Y., Kugimoto, M., Tanaka, O., & Takimoto, A. (1984). Lemna as an indicator of water pollution and the absorption of heavy metals by Lemna. In: Poscoe D, Edwards RW (eds) *Freshwater biological monitoring*. Pergamon Press, Oxford, 113-120.
- Srivastava, P., & Pandey, G. (1999). Paper mill effluent induced toxicity in *Eichornia crassipes* and *Spirodela Polyrhiza*. *Journal of Environ and Biol* 20(4), 1029-1036.
- Zeien, H., & Brümmer, G. W. (1989). Chemical extraction to determine the chemical forms of heavy metals in soils. German.) *Mitt. Dtsch. Bodenkund. Ges*, 59, 505-510.

INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY IN THE DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN ENVIRONMENTAL SAMPLES

Nikolaya Velitchkova¹, Olga Veleva¹, Metody Karadjov¹, Elka Pentcheva¹,
Serafim Velichkov², Nonka Daskalova²

¹ Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

² Institute of General and Inorganic Chemistry, Sofia

e-mail: niaveli@geology.bas.bg

Abstract

The possibilities of high-resolution inductively coupled plasma optical emission spectrometry HR-ICP-OES equipment in the direct determination of trace elements in environmental samples were presented. The experiments were performed with a radial viewing 40.68 MHz ICP-OES “ULTIMA 2” spectrometer, Horiba group, Jobin Yvon, (Longjumeau, France), with spectral bandwidth 5 pm in the 2nd order from 160 nm to 320 nm and 10 pm in the 1st order from 320 to 800 nm. The criteria for the calculation of detection limits were applied as proposed by Boumans. For the elements Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U, and Ba were determined the lowest possible detection limits in a complex environmental matrix. The following analytical lines were selected for the determination of the elements of interest: Cr II 205.552, Sb I 206.838, Zn I 213.856, Pb II 220.353, Cd II 226.502, Mn II 257.610, Cu I 324.754, U II 385.958 and Ba II 455.403. Optimization of the plasma operating conditions was conducted. The lowest values for the detection limits in a pure solvent, the line and wing background interferences as well as the detection limits in the determination of trace of elements in different environmental samples are obtained under the optimal excitation temperature ($T_{exc} \approx 7200$ K). The obtained detection limits satisfy the quality requirements of the analytical practice for the determination of Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U, and Ba in water and soil samples.

Key words: ICP-OES, trace elements, ICP optimization, spectral interferences, detection limits.

ОПТИЧНА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЛЕДИ ОТ ЕЛЕМЕНТИ В ПРОБИ ОТ ОКОЛНАТА СРЕДА

Николая Величкова¹, Олга Велева¹, Методи Караджов¹, Елка Пенчева¹,
Серафим Величков², Нонка Даскалова²

¹ Геологически институт, Българска Академия на науките, София

² Институт по обща и неорганична химия,
Българска Академия на науките, София

Резюме

Показани са възможностите на оптичната емисионна спектроскопия с индуктивно свързана плазма (ОЕС-ИСП) при директното определяне на следи от елементи в проби от околната среда. Изследванията бяха проведени с ОЕС-ИСП спектрометър JY “ULTIMA 2” (Jobin Yvon, Longjumeau, France), 40.68 MHz ИСП с радиално наблюдение и ширина на спектралната линия 5 pm във втори порядък от

160 nm до 320 nm и 10 nm в първи порядък от 320 до 800 nm. Критерият за изчисляване на границите на откриване е приложен в съответствие с Q-концепцията, предложена от Boumans. За елементите Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U и Ba са определени най-ниските граници на откриване за комплексна матрица от околната среда. При определяне на елементите са избрани следните аналитични линии: Cr II 205.552, Sb I 206.838, Zn I 213.856, Pb II 220.353, Cd II 226.502, Mn II 257.610, Cu I 324.754, U II 385.958 и Ba II 455.403. Подобряване на границите на откриване за чист разтворител, както и границите на откриване за многокомпонентна матрица е постигнато чрез оптимизиране на работните условия в индуктивно свързаната плазма при температура за възбуждане от ($T_{exc} \approx 7200$ K). Постигнатите граници на откриване задоволжават изискванията за максимално допустими концентрации при определянето на Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U и Ba във водни и почвени проби.

Ключови думи: ОЕС-ИСП, следи от елементи, оптимизиране на ИСП, спектрални пречения, граници на откриване.

Introduction

Spectral interferences may drastically deteriorate the analytical characteristics of ICP–OES. The most difficult samples from this point of view are the soils and the sediments. Such materials normally contain high concentrations of Al, Ca and Mg, which cause significant background enhancement in many regions of the spectrum. They also contain high concentrations of Fe and to a lesser extent Ti, which can give rise to serious line overlap interferences in the determination of trace elements (Boumans, 1987). The control and the optimization of the plasma operating conditions are of prime importance in the determination of trace elements in different environmental matrices (Velitchkova, 2013).

Materials and Methods

Instrumentation

The experiments were performed with a radial viewing ICP-OES system ULTIMA 2, Horiba group, Jobin Yvon, (Longjumeau, France), spectrometer with a spectral bandwidth 5 nm in the 2nd order from 160 nm to 320 nm and 10 nm in the 1st order from 320 to 800 nm, Meinhard nebulizer type P/N ER 2050 – 0710N and high dynamic detector based on photomultiplier tubes. The specifications of the ICP-OES spectrometer are given in Table 1.

Criteria for calculation of detection limits

As proposed by Boumans for the calculation of the detection limits in pure solvent the net line signal X_L was measured. X_L was defined as the difference between the gross signal $X_{Line + Background}$ (X_{L+B}) and the background signal X_B (Boumans, 1987). The detection limit was defined by Eq.1 and follows the 2σ criterion of Kaiser because of the fair stability of ICP.

$$C_L = 2 \sqrt{2} \times RSDB \times 0.01 \times BEC \quad (1)$$

True detection limits in the presence of complex matrices $C_{L \text{ true}}$ is defined by Eq.2:

$$C_{L \text{ true}} = 2/5 \sum_j Q_i(\lambda_a) \times C_i + 2\sqrt{2} \times 0.01 \times RSDBL \times [BEC + Q_i(\lambda_a) \times C_i + Q_w(\Delta\lambda_a) \times C_i]$$

Where $Q_i(\lambda_a) = S_i(\lambda_a) / S_A$ and $Q_w(\Delta\lambda_a) = S_w(\Delta\lambda_a) / S_A$

Table 1. Specification of ICP-OES spectrometer: HORIBA Jobin-Yvon ULTIMA 2

Monochromator	HORIBA Jobin-Yvon ULTIMA 2
Mounting	Czerny-Turner, focal length 1 m
Grating	Holographic, 2400 grooves mm^{-1}
Wavelength range	first and second order
Entrance slit	0.015 / 0.02 mm
Exit slit	0.020 / 0.08 mm
Practical spectral bandwidth	5 pm in the 2 nd order from 160nm to 320nm; and 10 pm in the 1 st order from 320 to 800 nm
Detectors	High dynamic detectors based on PMT
Radiofrequency generator	Solid state RF 40.68MHz
Frequency power output	40.68 MHz, 0.5–1.55kW

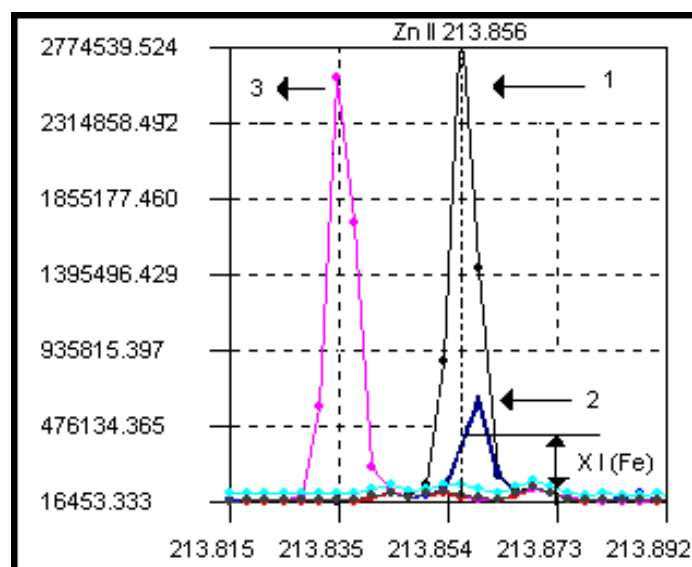


Figure 1. Spectral scans over the spectral region around the prominent line of Zn: Central wavelength: 213.856nm (Zn II line); Interferents: Fe and Ti. (1) Central wavelength Zn II 213.856 nm, 1 $\mu\text{g ml}^{-1}$ Zn in a pure solvent; (2) Interfering line: Fe 213.858 nm, the concentration of Fe 2 mg ml^{-1} ; (3) Interfering line: Ti 213.835 nm, the concentration of Ti 2 mg ml^{-1} ; $[X_{\text{I Fe}}(\lambda_a)]$ is the net interfering signals concerning the wing background level $[X_{\text{WFe}}(\Delta\lambda_a)]$

Results and Discussion

Optimization of operating condition procedures

The procedure of optimization of operating conditions was applied in the determination of trace elements in environmental materials. The line intensity ratio Mg II 280.270 nm / Mg I 285.213 nm (Mg II / Mg I) was measured to evaluate the robustness of the plasma operating conditions. They were affected by different constant and variable parameters: incident power, carrier, and sheathing gas flow rates. The type of excitation conditions from non-robust, semi-robust to robust were varied in accordance to minimize the detection limits in the determination of trace elements by using the selected prominent lines with different spectral characteristics in the presence of "pure" and in complex environmental matrices.

The excitation conditions in ICP were modified by varying the incident power and the sheathing gas flow rates at an optimal value of the carrier gas flow rate listed in Table 2. In

this way, the aerosol formation and transport processes are the same under different excitation conditions in the inductively coupled plasma. The relationship between the magnitude of Mg II / Mg I ratios and excitation temperature in ICP was obtained. The T_{exc} was measured by the Boltzmann plot method with titanium lines for nine combinations between incident power and sheathing gas flow rates (Boumans, 1987). The lowest possible detection limits in pure solvent and the true detection limits in the presence of "pure" and complex environmental matrix were achieved.

Table 2. Type of operating conditions obtained at a constant optimal value of the carrier gas flow rate of 0.4 l min^{-1} , variable sheathing gas flow rate and incident power

Type of operating conditions	Mg II / Mg I	T_{exc} , K	Incident power, W	Sum of carrier and sheathing gas flow rates, l min^{-1}
Non-robust	1.8	5200 ± 200	700	$1.4 = 0.4 + 1.0$
	3.6	6000 ± 200	700	$1.2 = 0.4 + 0.8$
Semi-robust	6.0	6580 ± 200	800	$1.0 = 0.4 + 0.6$
	6.0	6580 ± 200	1 000	$1.2 = 0.4 + 0.8$
Robust	11	7200 ± 200	1 000	$0.4 = 0.4 + 0.0$
	11	7200 ± 200	1 100	$0.8 = 0.4 + 0.4$
	12	7500 ± 200	1 100	$0.6 = 0.4 + 0.2$
	12	7500 ± 200	1 200	$0.8 = 0.4 + 0.4$

Determination of Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U, and Ba in water samples

Water sampling was conducted following International Standard Organization ISO 5667-1, 1980 - Water quality — Sampling — standard requirements. The reference solutions for the determination of Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U, and Ba in water samples were prepared by using Merck ICP-OES mono-element standard solutions in the presence of $1 \text{ mol l}^{-1} \text{ HNO}_3$.

Table 3. Detection limits in pure solvent C_L (column 2) obtained by ULTIMA 2 by using the most prominent lines of Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U, and Ba under optimal experimental conditions ($T_{exc} \approx 7200 \text{ K}$), threshold concentrations under Bulgarian Regulation No. 9 on the quality of water intended for human consumption (column 3)

Most prominent analytical lines, wavelength, λ , nm	C_L (ng ml^{-1})	Threshold concentrations, (ng ml^{-1})
Cr II 205.552	3.0	50
Sb I 206.838	10	5
Zn I 213.856	1.4	4000
Pb II 220.353	5.0	10
Cd II 226.502	1.4	5.0
Mn II 257.610	0.13	50
Cu I 324.754	1.3	2000
U II 385.958	1.4	30
Ba II 455.403	0.12	No data

An acid blank ($1 \text{ mol l}^{-1} \text{ HNO}_3$) was prepared for measurement of the background signal in λ_a of the selected prominent lines. The comparison of the detection limits in pure solvent C_L by using the most prominent lines of Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U, and Ba under the optimal experimental conditions ($T_{exc} \approx 7200 \text{ K}$) with the threshold concentrations under Bulgarian Regulation No. 9 on the quality of water intended for human consumption (Regulation No. 9, 2001) show that the obtained detection limits satisfy the quality requirements of the Bulgarian water quality regulation.

Table 4. Selected prominent analysis lines in the presence of complex matrix

Selected analysis lines	Line interferences from matrix constituents
Zn II 202.548	free of line interferences
Sb I 206.838	Line interference from Ti
Cd II 214.438	Line interference from Fe
Cu I 324.754	free of line interferences
Mn II 257.610	free of line interferences
Pb II 220.353	free of line interferences
Cr II 267.716	free of line interferences
U II 409.014	free of line interferences
Ba II 455.403	free of line interferences

Determination of Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U, and Ba in soil samples

Soil samples were collected following ISO 10381-2, Soil quality sampling. Extraction of trace elements soluble in *aqua regia* was used as a decomposition method by ISO 11466.

Table 5. Threshold concentrations in the determination of Zn, Sb, Cd, Cu, Mn, Pb, Cr, U, and Ba in soil ($\mu\text{g g}^{-1}$) (Regulation No. 3, 2008) (column 2), maximum permissible concentrations for U (Sheppard, 2005) (column 3) and true detection limits obtained by the present ICP-OES method ($\mu\text{g g}^{-1}$) (column 4)

Selected prominent lines, wavelength λ , nm	Threshold concentrations for soils, ($\mu\text{g g}^{-1}$) Bulgarian legislation (Regulation No. 3, 2008)	Maximum permissible concentration for U (in $\mu\text{g g}^{-1}$) (Sheppard, 2005)	True detection limits $C_{L \text{ true, } (\mu\text{g g}^{-1})}$ obtained by ICP-OES
Zn II 202.548	88 ÷ 180	no data	0.12
Sb I 206.838	no data	no data	1.5
Cd II 214.438	0.4 ÷ 1.0	no data	0.12
Cu I 324.754	34 ÷ 70	no data	0.07
Mn II 257.610	no data	no data	0.07
Pb II 220.353	26 ÷ 50	no data	0.65
Cr II 267.716	65 ÷ 130	no data	0.12
U II 409.014	34 ÷ 70	0.3 ÷ 11.7	0.75
Ba II 455.403	no data	no data	0.06

The reference solutions for the determination of the analytes were prepared based on a blank containing the acids used for digestion and complex matrix. A blank sample was prepared based on a blank containing the acids used for digestion and complex

matrix. The optimum line selection for trace analysis in a variety of multi-component environmental materials especially without information regarding the concentration of the matrix constituents (Al, Ca, Fe, Mg and Ti) requires the choice of prominent lines free or negligibly influenced by line interference Table 4. The line selection was made according to the absence or the lowest possible level of spectral interference.

The comparison of the detection limits obtained by the present ICP-OES method with the corresponding maximum permissible concentrations of pollutant substances for soils in $\mu\text{g g}^{-1}$ shows that the detection limits are significantly lower in comparison with the given threshold concentration levels. Therefore, this method can be successfully used for real contaminations in soil samples (Table 5).

Conclusions

Radial viewing 40.68 MHz ICP-OES was applied in the determination of Cr, Sb, Zn, Pb, Cd, Mn, Cu, U, and Ba in environmental materials. The robustness of the plasma operating conditions was evaluated. The plasma operating condition was optimized in order to achieve the lowest detection limits in pure solvent and in a complex environmental matrix. The optimum line selection for trace analysis in complex environmental materials requires quantitative information on spectral interferences. The obtained ICP-OES detection limits are significantly lower and satisfy the quality requirements from point of view of maximum permissible concentrations for drinking waters and maximum permissible concentrations for soils according to the Bulgarian ecological regulations. The ICP-OES method can be successfully used for real contaminations in water and soil samples.

References

- Boumans P.W.J.M. (1987). Spectroscopic diagnostics: basic concepts, in: P.W.J.M. Boumans (Ed.), *Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy, Part 1, Methodology, Instrumentation, and Performance*, Wiley, New York, 1987, p. 353, Chapter 10
- Regulation No. 9. (2001) Regulation No. 9 on the Quality of Water Intended for Human Consumption (State Gazette No. 30, 2001) Ministry of Environment and Water of Bulgaria,” <http://www3.moew.government.bg/files/file/Water/Legislation/Naredbi/vodiNAREDBA9ot16032001gzaKacestvotoNaVodataPrednaznacenaZaPitejnobitoviCeli.pdf>
- Regulation No. 3. (2008) “Regulation No. 3 on the threshold concentrations of pollutant substances in soils, Ministry of Environment and Water of Bulgaria,” in Bulgarian Language, 2008, <http://www3.moew.government.bg/?show=top&cid=388&lang=bg>.
- Sheppard S. C., M. I. Sheppard, M.O. Gallerand, B. Sanipelli, (2005) “Derivation of ecotoxicity thresholds for uranium,” *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 79, no. 1, pp. 55–83, 2005.
- N. Velitchkova, O. Veleva, S. Velichkov, N. Daskalova. (2013), Possibilities of High Resolution Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry in the Determination of Trace Elements in Environmental Materials, Hindawi Publishing Corporation, *Journal of Spectroscopy* Volume 2013, Article ID 505871, 12 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/505871>

OSMOLITES REGULATION OF DUAL-SPECIES BIOFILM FORMATION BY *Bacillus subtilis* AND *Escherichia coli*

Ivo Ganchev, Georgi Dzhelebov

Trakia University of Stara Zagora,
Faculty of Technics and Technologies of Yambol,
38 Graf Ignatiev str., 8602, Yambol, Bulgaria,
e-mail: ivotg@abv.bg

In a large part of soil layer and other ecological niches, bacterial species are united in communities and develop together in the form of heterogeneous structures called biofilms, which are formed on surfaces of different nature and nature with the participation and as a result of the interaction of two or more bacterial species. Effects of the osmolality of the cultivating on bacterial biofilm formation by co-culture of *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* strains and the mechanisms, the form of their relationships were analyzed by using of the crystal violet staining method combined with cultivated microbial analysis, and confocal laser scanning microscopy under expose of different concentration of NaCl of the cultivating.

Key words: *Osmolality Regulation, Confocal laser scanning microscopy, Bacillus subtilis 168, Multispecies biofilms.*

Introduction

In a large part of ecological niches, bacterial species are united in communities and develop together in the form of heterogeneous structures called biofilms, which are formed on surfaces of different nature and nature with the participation and as a result of the interaction of two or more bacterial species [Rendueles and Ghigo, 2012]. At the basis of their formation and their resistance to the various effects of the external environment are the relationships between microorganisms, which include competition for nutrients from the composition of the medium for cultivating biofilms, antagonism and symbiosis. The structure of biofilms and the composition of the microbial community in them are determined by the fluctuation in the values of environmental factors [Moons et al., 2009]. Changes in the values of environmental factors affect the physiological state of the cells in the structure of the forming biofilm. In the process of development, conditions are created for contacts between bacterial cells and contacts of cells with the surface on surfaces that are different in nature and morphology. Changes in environmental conditions have an impact on the properties of the bacterial cell, expressed in a change in the level of gene regulation for the implementation of the process of biofilm formation or in the charge of the cell surface, as well as on the physicochemical characteristics of the substrate [García-Gonzalo and Pagán, 2015].

The high osmotic value of the medium inhibits the expression of genes in *B. subtilis* strains responsible for the formation of exocellular polysaccharides, proteins that are part of the matrix of biofilms, and contributes to the reduction of the thickness of the pellicle in the formation of biofilms at the interface between the air and the surface layer of the liquid environment [Rubinstein et al., 2012]. This process is determined by the reduction of KinD kinase activity, which leads to an increase in the level of the Spo0A factor [Aguilar et al., 2010] and inhibition of the sporulation process during the development of the species in a state attached to different surfaces [Rubinstein et al. al., 2012; Aguilar et al., 2010]. The kinase KinD catalyzes the transfer of phosphate groups to the core factor Spo0A, which ensures the maintenance of a high intracellular level of Spo0A–P, necessary for the

initiation of the processes of biosynthesis of exocetural polymers of the biofilm matrix and for inhibition of the initial stage of spore formation [Rubinstein et al., 2012; Aguilar et al., 2010]. The concentration of NaCl in the culture medium of 5% stimulates the formation of surface-active compounds by *B. subtilis* strains [Jha et al., 2017], which play the role of signaling molecules, the accumulation of which in the intercellular space creates conditions for the process of formation of biofilms on the roots of crop plants as a result of the increase in KinC activity of the Spo0A regulatory pathway [Lopez et al., 2009; McLoon et al., 2011] and limits the spread of strains of the species *Podosphaera fusca* [Romero et al., 2007], of the phyto bacterial species *Xanthomonas campestris* pv. *cucurbitae* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* in them [Zerouh et al., 2011]. The increase in its content is accompanied by the inhibition of surfactin synthesis by *B. subtilis* strains [Jha et al., 2017], which is influenced by the pH value of the medium [Lopez et al., 2009], affecting the electrostatic interaction forces between the bacterial cell and the surface layer of the substrate and the concomitant formation of biofilms. Most natural biofilms are polymicrobial in composition, but the mechanism remains unclear about how osmolytes regulates polymicrobial biofilm development and the biofilm matrix component and spores in their structures.

The main objective of the present work is to study the effects of the osmolality of the cultivating on the biofilm development and architecture of biofilms of the bacterium (*B. subtilis*) during their interactions with *Escherichia coli* K-12 1655 strain. Effects of the concentration of NaCl in the cultural medium on bacterial biofilm formation and the mechanisms were analyzed by the crystal violet staining method combined with cultivated microbial analysis and confocal laser scanning microscopy. Taken together, the results of this study demonstrate a close link between biofilm formation and osmolality regulation in *B. subtilis* and *E. coli* strains, allowing a better comprehension of how bacteria can cope with unfavorable osmotic value under environmental conditions.

Materials and methods

Bacterial Strains and Culture Media. In this research, *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*, both acquired from the BCCM/LMG bacteria collection of NBIMCC, NCIPD and the “Stephan Angeloff” Institute of Microbiology in Sofia, were used. Stock-cultures were stored at -80°C in Luria Bertani Broth (LB, NCIPD, Sofia), which were both supplemented with 20 (v/v) % glycerol (NCIPD, Sofia). For every experiment, a purity plate was prepared by spreading a loopful of stock-culture onto a LB agar plate [Plate Count Agar (NCIPD, Sofia)]. The purity plates for *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* were incubated for 24 h at 37°C .

Starting from the purity plates, pre-cultures were prepared by transferring one colony into an Erlenmeyer flask containing 20 mL of LB medium (LB, NCIPD, Sofia). *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* pre-cultures were incubated for 24 h at 37°C . Following this incubation period, stationary phase cultures with a cell density of $\sim 10^9$ CFU/mL were obtained.

Quantification of colonies. Each specimen was individually placed in a centrifuge tube containing 4.5 mL of sterile physiological solution, and these tubes were vortexed for 1 min to detach the biofilms from the acrylic samples. After this, aliquots of 25 μL of serial dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , and 10^{-4}) were seeded in duplicate on Plate Count Agar (NCIPD, Sofia) and MacCocey Agar (NCIPD, Sofia) for the identification of *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*, respectively. Red and pink colonies grown on MacCocey Agar (NCIPD, Sofia) were presumptively identified as *Escherichia coli*. After incubation at 37°C for 24 h, the colony-forming unit per milliliter (CFU/ml) was determined and log-transformed ($\log_{10}$).

Multispecies Biofilm Formation. For the dual-species biofilm, bacteria in post-exponential growth phase were suspended in ASW and inoculated in 24 well plates to a

final OD₆₀₀ nm of 0.3 (0.15 per strain). For the biofilms involving two bacterial strains, the final OD₆₀₀ nm was 0.3 or 0.4 (0.1 per strain). Controls included single species biofilms formed in the same concentrations and conditions than the multispecies biofilm. To study the influence of the osmolality of the medium, a series of experiments related to the cultivation of *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* strains in M63 medium (0.02 M KH₂PO₄, 0.04 M K₂HPO₄, 0.02 M (NH₄)₂SO₄, 0.1 mM MgSO₄ and 0.04 M glucose) were carried out, to which NaCl was added so that its final concentration was 100 mM, 150 mM and 200 mM, respectively. For the purposes of the task, 18-hour cultures of *B. subtilis* 170, *B. subtilis* 168 and *E. coli* K-12 1655 strains were prepared in advance in a medium broth (BulBio Laboratory - Sofia). 50 µl of the liquid cultures were inoculated into 5 cm³ of M63 liquid medium (0.02 M KH₂PO₄, 0.04 M K₂HPO₄, 0.02 M (NH₄)₂SO₄, 0.1 mM MgSO₄ and 0.04 M glucose) to which NaCl had been added so that its final concentration was be 100 mM, 150 mM, and 200 mM, respectively. The control sample did not contain NaCl. For each factor, the experiment was carried out in five test tubes, in the first one only 50 µl of the liquid culture of *B. subtilis* 170 strain was seeded, in the second - *B. subtilis* 168, in the third - *E. coli* K-12 1655, in the fourth tube inoculate 50 µl of the liquid culture of *B. subtilis* 170 strain and 50 µl of the liquid culture of *E. coli* K-12 1655 strain, in the fifth place inoculate 50 µl of the liquid culture of *B. subtilis* 168 strain and 50 µl of the liquid culture culture of *E. coli* K-12 1655 strain. Fresh cultures are distributed in 96-well plates. Each fresh culture was dispensed into 12 wells, placing 150 µl of the liquid fresh culture in each well. 150 µl of distilled water is dripped into the final unseeded wells. The first plate is placed at a temperature of 20 °C. Cultivation of the biofilms on the plates was carried out for a duration of 24 h. After that, the plankton was separated from each well and washed three times with saline (0.85% NaCl), 150 µl of saline was placed in half of the wells, and the biofilm was peeled off using a knife previously burned and cooled in sterile saline of them, and for each variant of the experiment, the suspension is collected from 6 wells in one eppendorf.

Matrix Components Staining. For the matrix staining, a static biofilm of 48 h was performed. Each biofilm was stained with DAPI at 5 µg/mL (Sigma-Aldrich, Darmstadt, Germany) and one of the following matrix dyes. Exopolysaccharides were stained with the Wheat Germ Agglutinin (WGA) associated with the Alexa FluorTM 555 conjugate (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, United States) at 100 µg/mL to label N-acetylglucosamine. After 30 min of incubation of each probe, each coverslip was washed 3 times in PBS 1×. Finally, the coverslips were mounted with a drop of ProlongTM Diamond Antifade before observation with confocal laser scanning microscopy **Leica TCS SPE** at wavelength of 540 nm.

Data Extraction From Images and Statistics. To test for statistically significant differences ($P < 0.05$) between two conditions a t-test was performed and between different time points, a two-way analysis of variance including the Bonferroni post-test were performed using SPSS 13.0 (IBM, Armonk, NY, United States).

Results and Discussion

The osmolality of the medium regulates biofilm formation in a large number of bacterial species (Table 1). Increase in the number of cell population in the biofilm structure of *E. coli* K-12 1655 strain from $(1 \pm 0.2) \cdot 10^3$ cfu/ml to $(12.53 \pm 0.21) \cdot 10^3$ cfu/ml at a concentration of NaCl of 100 or 200 mM is probably associated with the activation of the transcription of *pga* operon, which is responsible for the biosynthesis of the proteins necessary for the formation of polyacetylglucosamine, which is part of the matrix. Its co-development with *B. subtilis* 168 strains does not determine its dominant role in the process of formation of biofilm structures. The number of colonies of *B. subtilis* strains in the biofilm structure kept a relatively constant value at NaCl content in the range of 150 mM to 200 mM, which increased when interacting with *E. coli* 1655 K-12 strain, but were

generally more low compared to the control sample ($p < 0.05$). At a sodium chloride content of 200 mM in the medium, no cells of *E.coli* K-12 1655 strain were detected in biofilms in its association with strains of *B.subtilis* species, which is an indication of a transition from competitive relationships to antagonism under the conditions of increasing osmoticity of the medium (Table 1). The population size of *B.subtilis* 170 strain decreased to a value of $13.5 \pm 0.3 \cdot 10^3$ cfu/ml in the structure of mixed biofilms and approached its value in monospecies biofilms ($p > 0.05$), while for *B.subtilis* 168 strain it acquires a value of $12.93 \pm 0.47 \cdot 10^3$ cfu/ml as a result of the increase in salt content in the medium for cultivating biofilms.

Table 1. The impact of the osmolality of the cultivating medium on colony forming units of *B.subtilis* 168 and *E.coli* 1655 strains in the structures of single-species and dual-species biofilms

№	NaCl, mM	Colony forming units in biofilms of <i>B.subtilis</i> 168, cfu/cm ³	Colony forming units in biofilms of <i>E.coli</i> K-12 1655, cfu/cm ³	Colony forming units in dual-species biofilms, cfu/cm ³	
				<i>B.subtilis</i> 168	<i>E.coli</i> K-12 1655
1	0	$(0.53 \pm 0.06) \cdot 10^6$	$(5.1 \pm 0.10) \cdot 10^6$	$(10.7 \pm 0.25) \cdot 10^6$	$(10.36 \pm 0.32) \cdot 10^6$
2	100	$10,13 \pm 0,15 \cdot 10^3$	$1 \pm 0,2 \cdot 10^3$	$113 \pm 0,9 \cdot 10^3$	$37,13 \pm 0,15 \cdot 10^3$
3	150	$10,34 \pm 0,25 \cdot 10^3$	$2,26 \pm 0,25 \cdot 10^3$	$37,9 \pm 0,89 \cdot 10^3$	$20,3 \pm 0,2 \cdot 10^3$
4	200	$10,23 \pm 0,20 \cdot 10^3$	$12,53 \pm 0,21 \cdot 10^3$	$12,93 \pm 0,47 \cdot 10^3$	$1,3 \pm 0,25 \cdot 10^3$

Under stress conditions, the biosynthesis of bacteriocin from *B.subtilis* 168 strain is initiated [Luo and Helmann, 2009], which appears to be the result of the repression of the AbrB factor by Spo0A [Rubinstein et al., 2012] and the activation of the σ^n -factor [Weir et al. et al., 1991]. As a result of these regulatory mechanisms, the activity of the two-component regulatory system, consisting of the histidine kinase SpaK and the regulatory protein SpaR, is increased. Histidine kinase undergoes autoinduction by increasing the activity of the quorum-sensing system or by other signaling mechanisms, as a result of which the process of transfer of phosphate groups to the main regulator and expression of the genes responsible for the biosynthesis of lantibiotics occur [Geiger et al., 2017]. Subtelin synthesized by *B.subtilis* CAU131 (KCCM 10257) strain exerts an inhibitory effect on the development of *Staphylococcus epidermidis* KCTC 35494, *Escherichia coli* ATCC 43984 O157:H7, *Escherichia coli* DH5 α , *Escherichia coli* KCCM11750 strains according to the study of Park et al. [2002]. *Escherichia coli*, *Salmonella pullorum*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pasteurella multocida*, *Clostridium perfringens*, *Micrococcus luteus*, *Streptococcus bovis* and *Staphylococcus aureus* strains are sensitive to the effects of the bacteriocin secreted by *Bacillus subtilis* LFB112 strain [Rendueles and Ghigo, 2012]. Data from previous studies on the biosynthesis of antimicrobial peptides and their influence on competing species explains the dominant role of *B.subtilis* 168 strain in the structure of biofilms formed in its association with *E.coli* K-12 1655 strain in the conducted study, but its number is lower compared to the control sample. Inhibition of lantibiotic biosynthesis [Luo and Helmann, 2009] and surfactin [Rendueles and Ghigo, 2012], as well as increasing the activity of the regulator AbrB [García-Gonzalo and Pagán, 2015], which represses genes for matrix formation [Strauch et al., 2007] is in agreement with the decrease in population numbers of *B.subtilis* strains in the structure of mixed biofilms when reaching a NaCl content of up to 200 mM in the culture medium in the present study.

Changing the osmotic value of the culture medium in the range from 100 mM to 200 mM NaCl changes the character of the surface of the biofilms, and the coefficient

accounting for the irregularities in the surface layer of the structures changes in the range from 0.25 ± 0.23 to 0.29 ± 0.26 for the co-culture of *B.subtilis* 170 and *E.coli* K-12 1655 strains, while for the co-culture of *B.subtilis* 168 and *E.coli* K-12 1655 strains it fluctuates in the range of 0.22 ± 0.32 to 0.28 ± 0.25 , which significantly exceeds the value of the control sample ($p < 0.05$). The increase in NaCl content in the culture medium of the biofilms in the study was accompanied by a linear decrease in the average thickness, which varied from $5.19 \pm 0.94 \mu\text{m}$ to $3.52 \pm 0.56 \mu\text{m}$ in the the co-culture of *B.subtilis* 170 and *E.coli* K-12 1655 strains and from $5.28 \pm 0.15 \mu\text{m}$ to $2.34 \pm 0.33 \mu\text{m}$ in the co-culture of *B.subtilis* 168 and *E.coli* K-12 1655 strains. Their values were significantly lower than the control sample, characterized by the absence of sodium chloride in the medium, which is attributed to the inhibition of polyacetylglucosamine biosynthesis by both strains in the process of biofilm formation. Inhibition of the biosynthesis of exocellular polysaccharides, which are included in the composition of the matrix of biofilms and ensure their spread on the surface of the substrate, explain the decrease in the values of the relative area of spread and an increase in the ratio of area to volume, which follows a linear relationship for both pairs of strains when changing the osmolality of the medium in the present study. At a concentration of sodium chloride of 200 mM, their values were respectively $0.19 \pm 0.02 \mu\text{m}^2$ and $0.45 \pm 0.02 \mu\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}^{-3}$ in the biofilms of *Bacillus subtilis* 168 and *Escherichia coli* K-12 1655 strains (Table 2; Fig. 1).

Table 2. Morphometric features of dual-species biofilms of *Bacillus subtilis* 168 and *Escherichia coli* K-12 1655 strains, depending on the osmolality of the cultivating medium

NaCl, mM	Mean thickness, μm^*	Coefficient of unevenness	Relative area, μm^{2**}	Relationship area/volume, $\mu\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}^{-3***}$
0	$10,46 \pm 0,42$	$0,02 \pm 0,03$	$0,97 \pm 0,01$	$0,095 \pm 0,002$
100	$5,28 \pm 0,15$	$0,22 \pm 0,32$	$0,61 \pm 0,03$	$0,146 \pm 0,003$
150	$4,79 \pm 0,12$	$0,28 \pm 0,25$	$0,58 \pm 0,02$	$0,190 \pm 0,024$
200	$2,34 \pm 0,33$	$0,16 \pm 0,09$	$0,45 \pm 0,02$	$0,390 \pm 0,061$

* $y = -2,729 \cdot x + 12,93, r^2 = 0,991, p < 0,05$

** $y = -0,169 \cdot x + 1,1, r^2 = 0,965, p < 0,05$

*** $y = 0,1029 \cdot x - 0,027, r^2 = 0,972, p < 0,05$

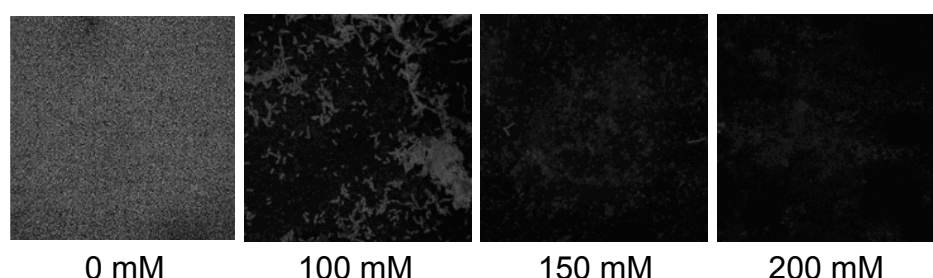


Figure 1. Microscope study of biofilms of *Bacillus subtilis* 168 and *Escherichia coli* K-12 1655 strains at different osmolality of the cultivating medium. Biofilm growth was carried out on the cover glasses for a time of 24 h at different temperatures. The staining was carried out by using of complex fluorescence dye Live Bacterial Gram Stain Kit (Biotum), but the observations were carried out by using of confocal laser scanning microscopy **Leica TCS SPE** at wave length of 540 nm.

According to the study by Moons et al. [2006] the high osmoticity of the medium causes inhibition of the activity of the genes responsible for the biosynthesis of the exocellular polysaccharides of the composition of the matrix of the biofilms of *Bacillus subtilis* strains, and in the study of Lopez et al. [2009] the increase in the salt content is accompanied by the reduction of the synthesis of the Hag protein, which is the main component of the fringes, taking part in the implementation of flagellar motility. Their growth at a high salt content of 0.12 M NaCl leads to the repression of genes whose activity is determined by the two-component regulatory system DegS/DegU by means of the kinase KinD [Weir et al., 1991]. The expression of *epasA-O* operon in *B. subtilis* 168 strain, responsible for the formation of the exocellular polysaccharides of the biofilms, is proportional to the increase in the activity of the low molecular weight secretory protein YuaB [Rendueles and Ghigo, 2012], determined by the level of the regulatory protein AbrB [García-Gonzalo and Pagán, 2015], which decreases upon activation of the DegS/DegU system due to the phosphorylation of the SpoOA regulator by the increase in KinD kinase activity and the increase in the intracellular level of SpoOA ~P [García-Gonzalo and Pagán, 2015]. In *E. coli* K-12 strains, this effect is explained by the negative influence of the regulatory protein RpoS on the transcription of *yjb* and *wca* operons under conditions of varying sodium chloride content up to 0.7 M in the culture medium, which are responsible for the biosynthesis of the exocellular polysaccharides [Rendueles and Ghigo, 2012].

The increase in the osmoticity of the medium creates conditions for the inhibition of *tapA-sipW-tasA* operon in *Bacillus subtilis* strain for the biosynthesis of the TapA and TasA proteins from the composition of the protein component of the biofilm matrix [Rubinstein et al., 2012] and gene region *epasA-O*, the increase in whose activity promotes the biosynthesis of the main polysaccharides of the matrix composition of biofilms [Rubinstein et al., 2012], which is under the negative control of the regulatory protein SinR [Lopez et al., 2009]. The two-component regulatory system in *E. coli* strains, consisting of the regulatory protein CpxR and the histidine kinase CpxA, increases its activity at high salinity of the medium [Dudin et al., 2013], thereby repressing the maintenance of curled fringes in medium containing of sodium chloride of 100 mM [Ogasawara et al., 2010]. An increase in its content to 200 mM is accompanied by activation of *pga* operon, responsible for the synthesis of poly-N-acetylglucosamine [Rendueles and Ghigo, 2012]. The biosynthesis of the repressor protein SinR is accompanied by the activation of the histidine kinase KinD, which takes part in the processes of transfer of phosphate groups to the main regulator of spore formation SpoOA and the development of *Bacillus subtilis* strains to biofilms, which causes a high level of repression for the genes responsible for the biosynthesis of the main components of the matrix composition [Rubinstein et al., 2012], which may also account for the reduction in the relative area of spread of the structures formed in the studied pairs of strains in the present study.

Conclusions

At cultivation in the cultural medium without NaCl, the bacterial growth rates of single-species biofilms of *Bacillus subtilis* strains and biofilms as result of their interaction with *Escherichia coli* strains were similar and determines the mutualism between two strains in the structure of biofilms, but the cultivating at the concentration of NaCl in the cultural medium over of 100 mM lead to the impeded growth and affect adversely the process of biofilm formation by the participation of *B. subtilis* 168 and *E. coli* K-12 1655 strains, as a result of which a decrease in the value of the average thickness and relative spreading area and an inversely proportional increase in the ratio of the spreading area of the structures to their volume.

Funding

This research is supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science under the National Scientific Program „Intelligent Animal Farming“, Contract № ИНТЕ-ЖИВО Д01-62/18.03.2021

References

- Aguilar C, Vlamakis H, Guzman A, Losick R, Kolter R. (2010). KinD is a checkpoint protein linking sporeformation to extracellular-matrix production in *Bacillus subtilis* biofilms. MBio., 1(1):e00035–10
- Geiger C., T. Spieß, S. M. Korn, P. Kötter, K. Entian (2017). Specificity of Subtilin-Mediated Activation of Histidine Kinase SpaK. Applied and Environmental Microbiology, 173(2):521-529
- Garcia-Gutierrez L, H. Zeriuoh, D. Romero, J. Cubero, A. de Vicente, A. Perez-Garcia (2013). The antagonistic strain *Bacillus subtilis* UMAF6639 also confers protection to melon plants against cucurbit powdery mildew by activation of jasmonate- and salicylic acid-dependent defence responses. Microb Biotechnol., 6:264–274
- Jha S., S. Joshi, S.J. Geetha (2016). Lipopeptide production by *Bacillus subtilis* R1 and its possible applications – Brazilian Journal of Microbiology, 47: 955–964
- Lopez D., H. Vlamakis, R. Kolter (2009). Generation of multiple cell types in *Bacillus subtilis*. FEMS Microbiol Rev, 33: 152–163
- Luo Y, J.D.Helmann (2012). Analysis of the role of *Bacillus subtilis* σ M in β -lactam resistance reveals an essential role for c-di-AMP in peptidoglycan homeostasis. Mol Microbiol. , 83:623–639
- Moons P., R. Van Houdt, A. Aertsen, K. Vanoirbeek, Y. Engelborghs, C.W. Michiels (2006). Role of quorum sensing and antimicrobial component production by *Serratia plymuthica* in formation of biofilms, including mixed biofilms with *Escherichia coli*. Appl Environ Microbiol., 72: 7294–7300
- McLoon A.L., S.B. Guttenplan, D.B. Kearns, R. Kolter, R. Losick (2011). Tracing the domestication of a biofilm-forming bacterium. J. Bacteriol. 193: 2027–2034
- Rendueles O., J. Ghigo (2012). Multi-species biofilms: how to avoid unfriendly neighbors. FEMS Microbiol Rev, 36: 972–989
- Rubinstein S., I. Kolodkin-Gal, A. McLoon, L. Chai, R. Kolter (2012). Osmotic pressure can regulate matrix gene expression in *Bacillus subtilis*. Molecular Microbiology, 86(2): 426–436
- Romero D., A. de Vicente, J.L. Olmos, J.C. Davila, A. Pérez-García (2007). Effect of lipopeptides of antagonistic strains of *Bacillus subtilis* on the morphology and ultrastructure of the cucurbit fungal pathogen *Podosphaera fusca*. J Appl Microbiol., 103: 969–976
- Ogasawara H., K. Yamada, A. Kori, K. Yamamoto, A. Ishihama (2010). Regulation of the *Escherichia coli* *csgD* promoter: interplay between five transcription factors. Microbiology, 156:2470–2483
- Weir J, Predich M, Dubnau E, Nair G, Smith I. 1991. Regulation of *spo0H*, a gene coding for the *Bacillus subtilis* σ H factor. J Bacteriol., 173:521–529
- Zeriuoh H., D. Romero, L. Garcia-Gutierrez, F.M. Cazorla, A. de Vicente, A. Pérez-García (2011). The iturinlike lipopeptides are essential components in the biological control arsenal of *Bacillus subtilis* against bacterial diseases of cucurbits. Mol Plant Microbe Interact 24: 1540– 1552

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON MULTISPECIES BIOFILM FORMATION

Ivo Ganchev, Georgi Dzhelebov

Trakia University of Stara Zagora,
Faculty of Technics and Technologies of Yambol,
38 Graf Ignatiev str., 8602, Yambol, Bulgaria,
e-mail: ivotg@abv.bg

Temperature and its changing in the different part of soil layers affects the physiological state of bacterial cells during the formation of biofilms, the physicochemical characteristics of the main components that make up the structure of the cell and biofilms, and of the substrate. Effects of the temperature of the cultivating on bacterial biofilm formation by co-culture of *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* strains and the mechanisms, the form of their relationships were analyzed by using of the crystal violet staining method combined with cultivated microbial analysis, and confocal laser scanning microscopy.

Key words: Temperature Regulation, Confocal laser scanning microscopy, *Bacillus subtilis* 168, Multispecies biofilm.

Introduction

Temperature affects the physiological state of bacterial cells during the formation of biofilms, the physicochemical characteristics of the main components that make up the structure of the cell and biofilms, and of the substrate [Asadishad et al., 2014]. The change in the ratio between saturated and unsaturated fatty acids in the cell membrane is the main mechanism for adaptation of *Bacillus subtilis* strains to the environmental temperature in the range from 15 to 37 °C [Asadishad et al., 2014; Grover et al., 2010]. In *E.coli* strains, the decrease in temperature leads to changes in the composition of the cell membrane, resulting in an increase in the proportion of unsaturated fatty acids and a decrease in saturated ones [Yang et al., 2014]. The impact of low temperatures causes inactivation of *pgsBCA* gene for poly-γ-glutamic acid, the biosynthesis of which ensures the adhesion of cells of *Bacillus subtilis* strains to the surface of the substrate [Asadishad et al., 2014; Lopez and Kolter, 2010].

The incubation temperature affects the metabolic activity of *Bacillus subtilis* strains during the formation of biofilms, and the increase in its value is accompanied by the formation and accumulation of bacteriocins [Hall-Stoodley et al., 2004], which are distinguished by a wide spectrum of antimicrobial and its antibiofilm-forming effect [Phelan et al., 2013]. The formation of lantibiotics is the result of post-translational modification of peptides synthesized during translation. They are classified into four classes depending on the mechanism of their biosynthesis [Lee et al., 2008], and dehydratases and cyclases are all involved in the overgrowth of class 1 lantibiotics [Duanis-Assaf et al., 2012]. The conversion of the linear starting molecule with an N-terminal peptide region into a C-terminal peptide core involves post-translational modifications of the C-terminus resulting in enzymatic conversion of threonine and serine to dihydroalanine and dihydro-2-butyric acid [Ji et al., 2015]. The interaction of these residues of the amino acid derivatives with the cysteine residues of the adjacent peptide leads to the formation of thioester bonds, generating meso-lanthionine and (2S,3S,6R)-3-antionine [Phelan et al., 2013]. The course of these processes ensures the stability of the structure of the bacteriocin formed by *Bacillus subtilis* strains and their resistance to the effects of proteases and thermal treatment [Duanis-Assaf et al., 2012]. Bacteriocins formed as a result of increasing

environmental temperature inhibit the growth and development of other Gram-positive strains by inhibiting the synthesis of their cell wall [Teixeira et al., 2013] and are distinguished by inhibitory activity regarding the formation of biofilms by other microbial species [Sharma et al., 2018]. Most natural biofilms are polymicrobial in composition, but the mechanism remains unclear about how temperature regulates polymicrobial biofilm development and the biofilm matrix component and spores in their structures.

The main objective of the present work is to study the effects of the temperature of the cultivating on the biofilm development and architecture of biofilms of the bacterium (*B. subtilis*) during their interactions with *Escherichia coli* K-12 1655 strain. Effects of the temperature of the cultivating on bacterial biofilm formation and the mechanisms were analyzed by cultivated microbial analysis and confocal laser scanning microscopy. Taken together, the results of this study demonstrate a close link between biofilm formation and temperature regulation in *B. subtilis* and *E.coli* strains, allowing a better comprehension of how bacteria can cope with unfavorable temperature-value under environmental conditions.

Materials and methods

Bacterial Strains and Culture Media. In this research, *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*, both acquired from the BCCM/LMG bacteria collection of NBIMCC, NCIPD and the “Stephan Angeloff” Institute of Microbiology in Sofia, were used. Stock-cultures were stored at -80°C in Luria Bertani Broth (LB, NCIPD, Sofia), which were both supplemented with 20 (v/v) % glycerol (NCIPD, Sofia). For every experiment, a purity plate was prepared by spreading a loopful of stock-culture onto a LB agar plate [Plate Count Agar (NCIPD, Sofia). The purity plates for *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* were incubated for 24 h at 37°C .

Starting from the purity plates, pre-cultures were prepared by transferring one colony into an Erlenmeyer flask containing 20 mL of LB medium (LB, NCIPD, Sofia). *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* pre-cultures were incubated for 24 h at 37°C . Following this incubation period, stationary phase cultures with a cell density of $\sim 10^9$ CFU/mL were obtained.

Quantification of colonies. Each specimen was individually placed in a centrifuge tube containing 4.5 mL of sterile physiological solution, and these tubes were vortexed for 1 min to detach the biofilms from the acrylic samples. After this, aliquots of 25 μL of serial dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , and 10^{-4}) were seeded in duplicate on Plate Count Agar (NCIPD, Sofia) and MacCocey Agar (NCIPD, Sofia) for the identification of *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*, respectively. Red and pink colonies grown on MacCocey Agar (NCIPD, Sofia) were presumptively identified as *Escherichia coli*. After incubation at 37°C for 24 h, the colony-forming unit per milliliter (CFU/mL) was determined and log-transformed ($\log_{10}$).

Multispecies Biofilm Formation. For the dual-species biofilm, bacteria in post-exponential growth phase were suspended in ASW and inoculated in 24 well plates (Corning Incorporated Costar®, New York, NY, United States) to a final OD_{600 nm} of 0.3 (0.15 per strain). For the biofilms involving two bacterial strains, the final OD_{600 nm} was 0.3 or 0.4 (0.1 per strain). Controls included single species biofilms formed in the same concentrations and conditions than the multispecies biofilm. To investigate the effect of temperature, a series of experiments on the cultivation of biofilms in M63 medium (0.02 M KH_2PO_4 , 0.04 M K_2HPO_4 , 0.02 M $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0.1 mM MgSO_4 and 0.04 M glucose) were carried out according to the indicated scheme at a temperature of 20°C , 30°C , 37°C and 40°C . For the purposes of the task, 18-hour cultures of *B.subtilis* 170, *B.subtilis* 168 and *E.coli* k-12 1655 strains were prepared in advance in a medium broth (BulBio Laboratory - Sofia). 50 μL of the liquid cultures were inoculated into 5 cm^3 liquid medium M63 (0.02 M KH_2PO_4 , 0.04 M K_2HPO_4 , 0.02 M $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0.1 mM MgSO_4 and 0.04 M glucose). For

each factor, the experiment was carried out in five test tubes, in the first one only 50 µl of the liquid culture of *B.subtilis* 170 strain was seeded, in the second - *B.subtilis* 168, in the third - *E.coli* K-12 1655, in the fourth tube inoculate 50 µl of the liquid culture of *B.subtilis* 170 strain and 50 µl of the liquid culture of *E.coli* K-12 1655 strain, in the fifth place inoculate 50 µl of the liquid culture of *B.subtilis* 168 strain and 50 µl of the liquid culture of *E.coli* K-12 1655 strain. Fresh cultures are distributed in 96-well plates. Each fresh culture was dispensed into 12 wells, placing 150 µl of the liquid fresh culture in each well. 150 µl of distilled water is dripped into the final unseeded wells. The first plate is placed at a temperature of 20 °C. Cultivation of the biofilms on the plates was carried out for a duration of 24 h. After that, the plankton was separated from each well and washed three times with saline (0.85% NaCl), 150 µl of saline was placed in half of the wells, and the biofilm was peeled off using a knife previously burned and cooled in sterile saline of them, and for each variant of the experiment, the suspension is collected from 6 wells in one eppendorf.

Matrix Components Staining. For the matrix staining, a static biofilm of 48 h was performed. Each biofilm was stained with DAPI at 5 µg/mL (Sigma-Aldrich, Darmstadt, Germany) and one of the following matrix dyes. Exopolysaccharides were stained with the Wheat Germ Agglutinin (WGA) associated with the Alexa Fluor™ 555 conjugate (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, United States) at 100 µg/mL to label N-acetylglucosamine. After 30 min of incubation of each probe, each coverslip was washed 3 times in PBS 1×. Finally, the coverslips were mounted with a drop of Prolong™ Diamond Antifade before observation with confocal laser scanning microscopy **Leica TCS SPE** at wavelength of 540 nm.

Data Extraction From Images and Statistics. To test for statistically significant differences ($P < 0.05$) between two conditions a t-test was performed and between different time points, a two-way analysis of variance including the Bonferroni post-test were performed using SPSS 13.0 (IBM, Armonk, NY, United States).

Results and Discussion

The high temperature of the environment is associated with the occurrence of oxidative stress, which is the result of the metabolic processes taking place in the cell and the adverse impact of environmental factors. These changes in the cell are associated with the formation and increase of the intracellular level of reactive oxygen species, resulting in damage to the spatial structure of proteins, the double-stranded structure of DNA and the death of the cell [Asadishad et al., 2014; Chumsakul et al., 2010; Grover et al., 2010].

In the structure of the formed biofilms, competitive relationships were established between *B. subtilis* 168 and *E. coli* 1655 strains at a cultivation temperature of 20 °C, while the increase in its value in the range from 20 to 40 °C creates conditions for the development of antagonistic relationships, as a result of which the structure of biofilms is dominated by cells of *B. subtilis* 170 and *B. subtilis* 168 strains, but in general, a decrease in their number of $32.4 \pm 0.13 \cdot 10^6$ cfu/ml is observed /cm³ to $0.42 \pm 0.07 \cdot 10^6$ cfu/ml in the structure of biofilms in the co-culture of *B. subtilis* 170 and *E. coli* K-12 1655 strains, as well as from $33.65 \pm 0.2 \cdot 10^6$ cfu/ml to $0.16 \pm 0.02 \cdot 10^6$ cfu/cm³ for the co-culture of *B. subtilis* 168 and *E. coli* K-12 1655 strains (Table 1).

B. subtilis 168 strain is distinguished by resistance to the effects of nisin of *Lactococcus lactis*, which is determined by the expression of *yvqI* and *yvqH* genes, responsible for the biosynthesis of a transmembrane protein, participating in the mechanisms of protection against the effects of nisin and causing photoresistance, as well as *yvcR* and *yvcS* genes, responsible for the functioning of an ABC transport system with an unclear role [Yang et al., 2014]. Other studies have found a correlation between changes in the activity of transport proteins from the composition of the cytoplasmic membrane and sensitivity to nisin of *E. coli* strains. Sensitive to the effects of nisin cells of

E. coli strains are characterized by low activity of membrane transport proteins [Chumsakul et al., 2010], which explains the strong decrease in the number of population of *E. coli* K-12 1655 strain in the structure of mixed biofilms in their association with *B. subtilis* 168 strains at temperature above 30 °C in the present study.

Observations using confocal laser scanning microscopy at a wavelength of 540 nm after staining with a fluorescent dye (Figure 1) conjugated to wheat agglutinin show a structure characterized by an uneven surface, the thickness of which ranges to $10.46 \pm 0.42 \mu\text{m}$ in the co-culture of *B. subtilis* 168 and *E. coli* K-12 1655 strains at culture temperature from 20 °C, while the inequality coefficient is found within narrow limits ($p > 0.05$). Dispersion processes of biofilms formed by the participation of *B. subtilis* 168 and *E. coli* K-12 1655 strains were observed in the present study, when the cultivation temperature increased to 37 °C. The average thickness of biofilms formed by the co-cultivation of *B. subtilis* 168 and *E. coli* K-12 1655 strains changed from $6.26 \pm 0.24 \mu\text{m}$ to $2.70 \pm 0.11 \mu\text{m}$ with increasing cultivation temperature from 30 °C to 40 °C. The ratio of their relative spreading area to volume varied in the range from $0.090 \pm 0.006 \mu\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}^{-3}$ to $0.300 \pm 0.020 \mu\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}^{-3}$ in the co-culture of *B. subtilis* 170 and *E. coli* K-12 1655 strains, while the co-cultivation of the pair of *B. subtilis* 168 and *E. coli* K-12 1655 strains is accompanied by the formation of structures on the slides, the ratio of the relative area of propagation to the volume ranges from $0.09 \pm 0.001 \mu\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}^{-3}$ to $0.36 \pm 0.003 \mu\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}^{-3}$ due to the change of the cultivation temperature from 20 °C to 40 °C (Table 2; Figure 1). The relative area of spread of the formed structures decreases exponentially with the increase of the cultivation temperature in the present study [$y = 1.3 \cdot e^{-0.259 \cdot x}$, $r^2 = 0.99$, $p < 0.05$; $y = 1.8 \cdot e^{-0.521 \cdot x}$, $r^2 = 0.92$, $p < 0.05$]. The high relative area of spread per unit area of the structures formed as a result of the co-development of *B. subtilis* 168 and *E. coli* K-12 1655 strains is probably associated with the biosynthesis of the structures for cell adhesion on the surface, which takes place at a temperature of 20 °C.

The basis of the obtained results is the repression of the operons responsible for the biosynthesis of exocellular polysaccharides and proteins in *B. subtilis* strains by the key regulators AbrB and SinR [Hall-Stoodley et al., 2004]. Gene expression is stimulated by increasing the temperature of biofilm cultivation [Phelan et al., 2013], which leads to the formation of the sigma factor σ^x [Hall-Stoodley et al., 2004]. Deletion in this gene region is accompanied by expression of the operons, which is important for the biosynthesis of the biofilm matrix [Asadishad et al., 2014]. SlrR is an activator in the process of biofilm formation, which positively affects the transcription of *yqxM* operon in strain *B. subtilis* NCIB3610 [35] and the promoter region of the *yqxM* and *eps* operons in *B. subtilis* ATCC 6633A strain [Asadishad et al., 2014]. Its transcription is inhibited by another regulatory protein YwcC, which occurs as the temperature of biofilm cultivation increases [Phelan et al., 2013].

In the study by Sharma et al. [2018] the expression of *espA* and *csgA* genes responsible for the biosynthesis of curli-cilia in the biofilm formation process of *Escherichia coli* O157:H7 (O157) strain occurs at a culture temperature of 28 °C in a medium with a glucose content of 0.1%. Adhesion of cells of *Escherichia coli* (EHEC) O157:H7 strain on an abiotic surface is favored at a biofilm cultivation temperature of 25 °C and is significantly inhibited when its value increases to 39 °C [Chumsakul et al., 2010]. The mechanism of cell adhesion of *B. subtilis* strains during the formation of biofilms on different surfaces takes place with the participation of γ -polyglutamic acid [Phelan et al., 2013], whose biosynthesis is regulated by *pgsBCA* gene [Duanis-Assaf et al., 2012]. Its expression occurs at low temperature according to the study of Asadishad et al. [2014]. *B. subtilis* ZJU-7 strain accumulates the maximum amount of γ -polyglutamic acid at a culture temperature of 37 °C [Ji et al., 2015], and the strong reduction in the relative spreading area of the biofilms of the investigated pair of strains in the present study confirms the conclusions from the study by Lopez et al. [2010], according to which the

polymer occupies a low relative proportion in the matrix of biofilms. In other studies, high temperature stimulated the inhibitory effect of the regulatory protein YwcC on the activity of *yqxM (tapA)-sipW-tasA* operon in *B.subtilis* strains [Asadishad et al., 2014], which encodes the biosynthesis of TasA, TapA, and SipW proteins from the composition of the matrix of biofilms [Murray et al., 2010], which ensure the spread of the formed structures on the surface layer of the substrate [Asadishad et al., 2014].

Table 1. The impact of the temperature of the cultivating on colony forming units of *B.subtilis* 168 and *E.coli* 1655 strains in the structures of single-species and dual-species biofilms

№	Temperature, °C	Colony forming units in biofilms of <i>B.subtilis</i> 168, cfu/cm ³	Colony forming units in biofilms of <i>E.coli</i> K-12 1655, cfu/cm ³	Colony forming units in dual-species biofilms, cfu/cm ³	
				<i>B.subtilis</i> 168	<i>E.coli</i> K-12 1655
1	20	5.76±0.23.10 ⁶	0,4±0.0.10 ⁶	33±0.27.10 ⁶	1.86±0.10.10 ⁶
2	30	6.26±0.10.10 ⁶	0	33.65±0.2.10 ⁶	0,3±0.00.10 ⁶
3	35	0.61±0.07.10 ⁶	0	1.73±0.07.10 ⁶	0
4	40	0,16±0.07.10 ⁶	0	0.16±0.02.10 ⁶	0

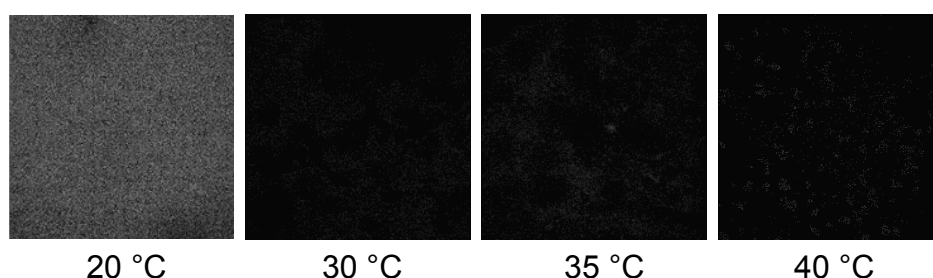


Figure 1. Microscope study of biofilms of *Bacillus subtilis* 168 and *Escherichia coli* K-12 1655 strains at different temperatures of the cultivating. Biofilm growth was carried out on the cover glasses for a time of 24 h at different temperatures. The staining was carried out by using of complex fluorescence dye Live Bacterial Gram Stain Kit (Biotum), but the observations were carried out by using of confocal laser scanning microscopy **Leica TCS SPE** at wave length of 540 nm.

Table 2. Morphometric features of dual-species biofilms of *Bacillus subtilis* 168 and *Escherichia coli* K-12 1655 strains, depending on the temperature of the cultivating

Temperature, °C	Mean thickness, μm*	Coefficient of unevenness	Relative area, μm ² **	Relationship area/volume, μm ² .μm ⁻³ ***
20	10,78±0,37	0,03±0,01	0,99±0,00	0,090±0,009
30	6,26±0,24	0,02±0,05	0,64±0,03	0,156±0,002
35	3,03±0,12	0,02±0,05	0,49±0,01	0,323±0,004
40	2,71±0,01	0,02±0,06	0,19±0,02	0,361±0,002

* $y=16,386.e^{-0,487.x}, r^2=0,938, p<0,05$

** $y=-0,265.x+1,265, r^2=0,997, p<0,05$

*** $y=0,096.x-0,0125, r^2=0,969, p<0,05$

Conclusions

At the temperature of the cultivating of 20 °C, the bacterial growth rates of single-species biofilms of *Bacillus subtilis* strains and biofilms as result of their interaction with *Escherichia coli* strains were similar and determines the mutualism between two strains in the structure of biofilms, but the temperature of the cultivating over of 20 °C lead to the impeded growth and affect adversely the process of biofilm formation by the participation of *B.subtilis* 170 and *E.coli* K-12 1655, *B.subtilis* 168 and *E.coli* K-12 1655 strains, as a result of which a decrease in the value of the average thickness and relative spreading area and an inversely proportional increase in the ratio of the spreading area of the structures to their volume.

Funding

This research is supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science under the National Scientific Program „Intelligent Animal Farming“, Contract № ИНТЕ-ЖИВО Д01-62/18.03.2021

References

- Asadishad B., A. Olsson, D. Dusane, S. Ghoshal, N. Tufenkji(2014). Transport, motility, biofilm forming potentia and survival of *Bacillus subtilis*exposed to coldtemperature and freeze-thaw. Water Research, 58 : 239-247
- Chumsakul O., H. Takahashi, T. Oshima, T. Hishimoto, S. Kanaya, N. Ogasawara, S. Ishikawa (2010). Genome-wide binding profiles of the *Bacillus subtilis* transition state regulator AbrB and its homolog Abh reveals their interactive role in transcriptional regulation . Nucleic Acids Research, 2010; 39 (2): 414–428
- Duanis-Assaf D., D.Steinberg, Y.Chai, M.Shemesh (2012).The LuxS Based Quorum Sensing Governs Lactose Induced Biofilm Formation by *Bacillussubtilis*. Frontier in Microbiology, 6 : 1-10
- Grover M., L. Nain, S. Singh, A. Saxena (2010). Molecular and biochemical approaches fro characterization of antifungal trait of a potent biocontrol agent *Bacillus subtilis* Rp24. Current Microbiology, 60 (2): 99-106
- Hall-Stoodley L., J.W. Costerton, P. Stoodley (2004). Bacterial biofilms:from the natural environment to infectious diseases. *NatRev Microbiol.*, 2(2):95–108
- Ji S.,W. Li, H. Xin, S.Wang, B. Cao (2015). Improved Production of Sublancin 168 Biosynthesized by*Bacillus subtilis* 168 Using Chemometric Methodology andStatistical Experimental Designs. BioMed Research International, 1-9
- Lopez, D., R.Kolter (2010). Extracellular signals that define distinct and coexisting cell fates in *Bacillus subtilis*. - FEMS Microbiol Rev . , 2010; 34: 134–149.
- Lee J, Zhang XS, Hegde M, Bentley WE, Jayaraman A, Wood TK (2008). Indole cell signaling occursprimarily at low temperatures in *Escherichia coli*. - ISME J., 2:1007–1023
- Murray E.J., N.R. Stanley-Wall (2010). The sensitivity of *Bacillus subtilis* to diverse antimicrobial compounds is influenced by Abh. Arch Microbiology, 192:1059–1067
- Phelan R.,M. Barret, P. Cotter, P. O'Connor, R. Chen, J. Morrissey, A. W. Dobson, F. O'Gara, T. Barbosa. (2013). Subtilomycin: A New Lantibiotic from *Bacillus subtilis* Strain MMA7 Isolated from the Marine Sponge *Haliclona simulans*- Mar. Drugs, 11: 1878-1898
- Sharma G., S. Dang, S. Gupta, R.Gabrani. Antibacterial Activity (2018). Cytotoxicity, and the Mechanism of Action of Bacteriocin from *Bacillus subtilis* GAS101. Med Princ Pract., 27:186–192
- Teixeira M.L., A. Dalla Rosa, A Brandelli (2013). Characterization of an antimicrobial peptide produced by *Bacillus subtilis* subsp. *spizezinii* showing inhibitory activity towards *Haemophilus parasuis*. Microbiol., 159:980–988
- Yang, K., Meng, J., Huang, Y.C (2014). The role of the QseC quorum-sensing sensor kinase in epinephrine-enhanced motility and biofilm formation by *Escherichia coli*. - Cell Biochem Biophys, 70: 391–398

ЕКСПЛОАТАЦИОННО-ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА НА ТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ ЗА МЕХАНИЗИРАНЕ БРАНЕТО НА МАСЛОДАЙНА РОЗА

Снежан Божков

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
„Никола Пушкиров“ - София (България)
e-mail: bozhkov@mail.bg*

Резюме

Брането на маслодайна роза е операция от технологичния процес при отглеждането на етеричномаслената култура, която и в наши дни продължава да се извършва напълно ръчно. Сложността за механизирането ѝ е породена от изискването за запазване на начина за отделяне на цвета от растението и от необходимостта за прилагане на диференциран подход по отношение на всеки един от розовите цветове.

В доклада са представени резултати от изследване за определяне по опитни данни от полеви изпитвания на експлоатационно-икономически показатели на три работни земеделски машини за механизиране брането на цвета в насаждения с маслодайна роза. Констатирано е, че основа за осигуряване на ежедневното прибиране на продукцията в розопроизводителните стопанства в пълен обем и максимално качество на съдържащото се в цветовете етерично масло е оптималното съчетаване на факторите „количество разцъфнал розов цвят - квалификация на розоберачите - постъпателна скорост на движение“. Установено е, че беритбен агрегат, формиран на базата на всяка една от работните машини, при движение в междуредията на розови насаждения със скорост в диапазона 300 – 600 m/h може да осигури производителност на беритбената операция между два и пет пъти по-висока от реализираната при традиционното ръчно бране при по-добри условия на труд и повишена безопасност за розоберачите.

Ключови думи: маслодайна роза, бране, механизиране, земеделска работна машина, производителност.

OPERATING AND ECONOMIC ASSESSMENT OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR MECHANISING THE OIL-BEARING ROSE HARVESTING

Snezhan Bozhkov

*Nikola Pushkarov Institute for Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection -
Sofia (Bulgaria)*

Abstract

Harvesting of the oil-bearing rose is an operation of the technological process in the cultivation of the essential oil culture, which even today continues to be carried out completely manually. The complexity of its mechanization is caused by the requirement to preserve the method of picking the blossom from the plant and by the need to apply a differentiated approach to each of the rose flowers.

The paper presents the results of a study to determine, on the basis of experimental data of field tests, operational and economic indicators of three farm implements for the mechanization of harvesting the blossom in oil-bearing rose plantations. It has been established that the basis for ensuring the daily harvesting of the production in the rose-producing farms in full volume and maximum quality of the essential oil contained in the flowers is the optimal combination of the factors "quantity of blooming rose flowers - qualification of the rose pickers - forward speed of movement ". It has been found that a tractor/implement combination formed on the basis of each of the farm implements, when moving between the rows of rose plantations at a speed in the range of 300 – 600 m/h, can ensure the productivity of the harvesting operation between two and five times higher than realized in traditional manual picking with better working conditions and increased safety for rose pickers.

Key words: *oil-bearing rose, harvesting, mechanization, farm implement, productivity.*

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ СБОРА МАСЛИЧНЫХ РОЗ

Снежан Божков

*Институт почвоведения, агротехнологий и защиты растений
им. Н. Пушкирова - София, Болгария*

Резюме

Сбор масличной розы является операцией технологического процесса при возделывании эфиромасличной культуры, которая и сегодня продолжает выполняться полностью вручную. Сложность его механизации связана с требованием сохранения способа отрыва цветка от растения и с необходимостью дифференцированного подхода к каждому из розовых цветов.

В докладе представлены результаты исследования по определению на основе эмпирических данных полевых испытаний эксплуатационно-экономических показателей трех сельскохозяйственных машин для механизации сбора цветов в плантациях масличной розы. Установлено, что основой обеспечения ежедневного сбора продукции в розоводческих хозяйствах в полном объеме и максимального качества содержащегося в цветках эфирного масла является оптимальное сочетание факторов «количество распустившихся розовых цветков - квалификация сборщиков роз - поступательная скорость движения». Установлено, что уборочный агрегат, сформированный на базе любой из сельскохозяйственных машин, при движении между рядами розовых плантаций со скоростью в диапазоне 300 – 600 м/ч может обеспечить производительность уборочной операции от двух до пяти раз выше, чем при традиционном ручном сборе, с лучшими условиями труда и повышенной безопасностью для сборщиков роз.

Ключевые слова: *масличная роза, сбор, механизация, сельскохозяйственная машина, производительность.*

Въведение

Брането на цвета в насаждения с маслодайна роза е операцията от технологичния процес, която осмисля всички дейности и разходи, реализирани при отглеждането на маслодайната култура. Извършва се при изключително неблагоприятни условия, ръчно от берачи в повечето случаи с невысока квалификация и опит, което определя ниската производителност на технологичната операция (Staykov, 2003; Atanasova & Nedkov, 2004; Doncheva, 2020). Създаването на техническо средство, което позволява да се механизира единствената напълно немеханизирана операция от технологичния процес би било адекватен отговор на съществуващата ситуация. Сложността се свързва с изискването за запазване на начина за отделяне на цвета от растението и с необходимостта за прилагане при брането на диференциран подход по отношение на всеки един от розовите цветове. Задължително условие преди започване на разработката е оценката за икономическа целесъобразност (Weller, 2016; Hayes, 2021).

Изследванията върху механизиране брането на маслодайна роза в Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкарров“ започнаха преди едно десетилетие. Отчитайки морфологичните особености на маслодайната култура, спецификата на беритбената дейност в розови насаждения и произтичащите от това изисквания към енергетичното средство, което може да бъде използвано при съставяне на беритбен машинно-тракторен агрегат (МТА), са разработени идейни проекти за технически решения на изпълнителни модули и земеделски машини за ръчно и пневматично бране на цвета в насаждения с маслодайна роза, проведени са теоретични изследвания, създадени са опитни образци и са реализирани експериментални изпитвания. Земеделските машини са от тип „работен инвентар“ и се използват след агрегатиране към земеделски трактор.

Изследването, резултати от които са представени в материала, цели оценката на експлоатационно-икономически показатели на разработени технически средства за механизиране брането на цвета в насаждения с маслодайна роза и определянето на условията за ефективната им използване в розопроизводителната практика.

Материали и методи

Идейният замисъл на техническите решения за ръчно бране предвиждаше разполагане на розоберачите и съдовете за събиране на розов цвят върху работната машина, с което берачите се освобождават от необходимостта да се самопредвиждат в редовете и да носят върху себе си събраната продукция, а само откъсват ръчно розовия цвят и го пуснат в съдовете за неговото събиране.

Идейният замисъл на техническите решения за пневматично бране на маслодайна роза се базираше на използването на потенциалите на вакуума за откъсване на цвета и транспортирането му до съд за неговото събиране и временно съхранение. В основата бе заложен пневмо-механичен метод за механизирано бране на маслодайни рози, в съответствие с който розовият цвят се отделя от храста чрез пневматично засмукване на цвета с механично отрязване на цветната дръжка под чашката и се предвижда от въздушен поток до мястото за събиране (Bozhkov, 2022).

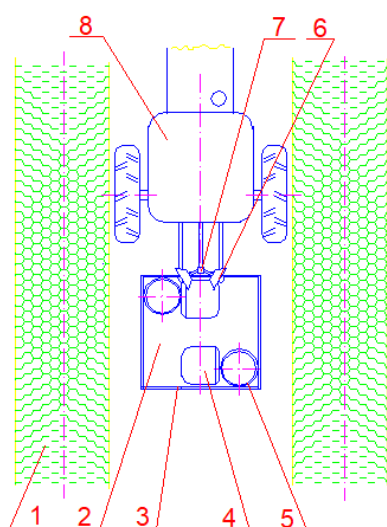
Обекти на изследването бяха три земеделски работни машини за ръчно и пневматично бране на цвета в насаждения с маслодайна роза.

Едномодулната машина за бране на маслодайни рози (MP-1) е разработена за механизиране брането на цвета в малки по размер стопанства. На фиг.1 е представена идейната схема на MP-1 и етап от експерименталното изпитване на опитния образец (Bozhkov et al., 2015).

В съответствие с идейния проект на едномодулната работна машина (фиг. 1.а) върху товарна платформа (2) са оформени две работни места за берачи за

едновременно обслужване по една половина от два съседни реда с розови храсти. Всяко работно място включва седалка (4) и стойка за сменяем съд (5) за събраната продукция, разположена зад седалката на другото работно място. Защитен парапет (3) осигурява безопасността на берачите върху товарната платформа (2) по време на работа. Към горната част на работната машина са прикрепени осветителни тела (6) за осветяване на зоните от редовете на маслодайното насаждение, обслужвани от розоберачите, при започване на работа преди изгрева на слънцето. Монтирани върху МР-1 са бутоните на сигнализираща система за комуникация между берачите и тракториста по време на работа (на фиг. 1.а не са показани).

Тримодулната машина за бране на маслодайни рози (МР-3) е разработена на базата на едномодулната МР-1 с цел повишаване на производителността на беритбената операция. На фиг. 2 е представена идейната схема на МР-3 и етапи от експерименталното изпитване на опитния образец (Bozhkov et al., 2012; 2017).



(а)



(б)

Фигура 1. Едномодулна машина за бране на маслодайни рози
а - идейна схема на работната машина в състава на машинно-тракторен агрегат (вид отгоре):

1 – ред с розови храсти; 2 - товарна платформа; 3 – защитен парапет;
4 – седалка за берача; 5 – стойка за сменяемия съд; 6 – осветителни
тела; 7 - триточкова стойка; 8 – земеделски трактор.

б - етап от експерименталното изпитване на опитния образец

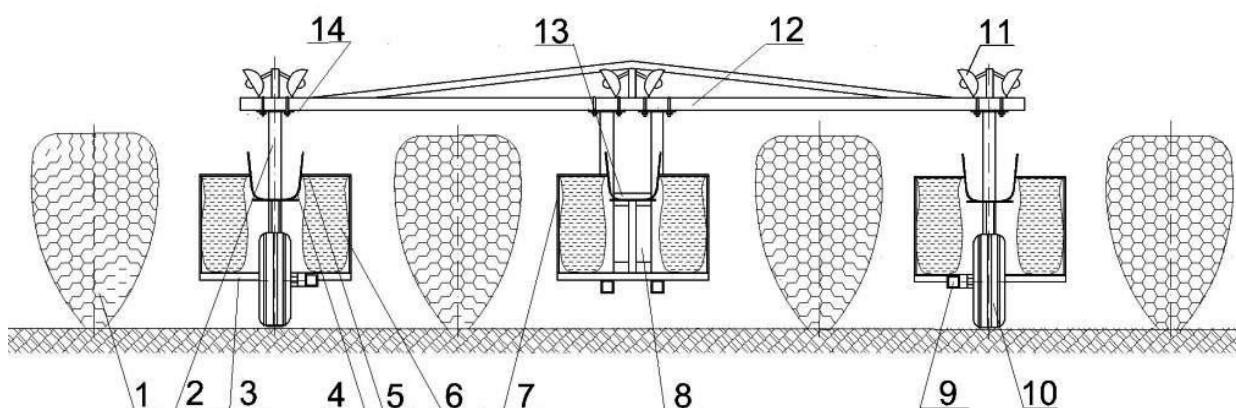
В съответствие с идейния проект (фиг. 2.а) тримодулната работна машина включва носеща рама (12), в предната част на която е оформена триточкова стойка (13) за агрегатиране към земеделски трактор. Към носещата рама (12) са захванати работни модули (8), всеки от които е разположен между два съседни обработвани реда с розови храсти (1). Страничните работни модули са идентични на МР-1 с тази разлика, че са без триточкови стойки и са с една Г-образна рама. Присъединени са към носещата рама (12) с помощта на крепежни възли (14), позволяващи позиционирането им съобразно ширината между редовете с розови храсти (1) и разединяването им при необходимост. Към долния край на Г-образните рами (2), захванати в горния си край към двата края на носещата рама (12), са прикрепени посредством конзолни конструкции (9) ходови колела (10).

Машината за пневматично бране на маслодайни рози (МБР) е разработена за пневматично събиране на цвета от насаждения с маслодайна роза. На фиг. 3 е

представена идейна схема на МБР и етап от експерименталното изпитване на опитния образец.

Техническото решение за конструктивно изпълнение на машината за пневматично бране на рози позволява формирането на едноредов, двуредов и триредов варианти, както следва:

- едноредов вариант (МБР-1) – МБР с две или четири работни места за розоберачи, всички разположени върху машината;
- двуредов вариант (МБР-2) – МБР с четири работни места за розоберачи, две от които са разположени върху машината и две са за самопредвижващи се розоберачи;
- триредов вариант (МБР-3) – МБР с шест работни места за розоберачи, две от които са разположени върху машината и четири са за самопредвижващи се розоберачи.



(а)



(б)

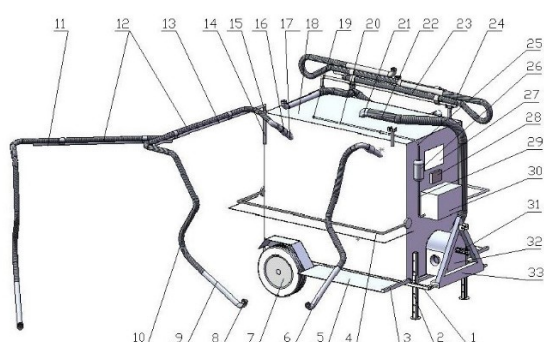
Фигура 2. Тримодулна машина за бране на маслодайни рози

а - идейна схема на работната машина (поглед отзад)

1 – ред с розови храсти; 2 – Г-образна рама; 3 – товарна платформа; 4 – седалка за берача; 5 – стойка за сменяемия съд; 6 – сменяем съд за набраната продукция; 7 – защитен параван; 8 – работен модул; 9 – конзолна конструкция; 10 – ходово колело; 11 – осветителни тела; 12 – носеща рама; 13 – триточкова стойка; 14 – крепежен възел.

б - етапи от експерименталното изпитване на опитния образец

В зависимост от конкретните условия на експлоатация, в т.ч. периода на изцъфтяване на розовия цвят, наличните берачи за деня и тяхната квалификация, състоянието на опорната повърхност и др. фактори, работната машина може да бъде комплектувана с различен (вкл. четен и нечетен) брой берачи. Всеки розоберач разполага (фиг. 3.а) с откъсващ модул (6) или (12), състоящ се от цветоотделител (9) и модулнен пневмопровод (10). Дължините на модулните носачи (15) за откъсващите модули на самопредвижващите се розоберачи (12) се регулират съобразно технологичната схема на изграждане на розовото насаждение. Стойността на общия за пневматичната откъсваща система (23) вакуум се наглася посредством режимите на работа на вакуумната помпа (32), която с помощта на задвижващия накарайник (31) се задвижва по механичен път от тракторен вал за отвеждане на мощност или по хидравличен път с хидродвигател от хидросистемата на трактора. Оеднаквяването на силата на засмукване на входа на откъсващите модули (6) и (12) се извършва с вакуумни регулатори (16).



(а)



(б)

Фигура 3. Машина за пневматично бране на маслодайни рози

а - идейна схема на работната машина;

б - етап от експерименталното изпитване на опитния образец.

Пневматичното бране се реализира като всеки от розоберачите насочва своя цветоотделител (9) към разцъфнал розов цвят. Създаденият от вакуумната помпа (32) вакуум, достигнал до засмукващата част на цветоотделителя (9) през централния пневмопровод (22), общия съд (18), модулния пневмопровод (10) и самия цветоотделител (9) увлича цвета като го накланя към засмукващия отвор. При контакт с острия ръб на режещия елемент (8), разположен в близост до отвора на цветоотделителя (9), без или с минимално усилие от страна на розоберача цветната дръжка под чашката се пречупва или прерязва. Отделеният от розовия храст цвят през цветоотделителя (9) и модулния пневмопровод (10) попада в общия съд (18), където върху подвижни стойки са захванати сменяеми съдове (полиетиленови чували) за събиране на откъснатите цветове. Запълването на сменяемите съдове в общия съд (18) се контролира визуално през наличните в предната и задната част на машината остъклени отвори (27) и (34).

Експерименталното изследване на всяка от трите работни машини включваше изпитване за конструктивна здравина, функционална пригодност и ефективност при работа. Експлоатационно-икономическата оценка е извършена на базата на резултати от полеви изпитвания на машинно-тракторни агрегати, формирани на тяхна основа, през розоберния период на различни години в насаждения в производствено-експерименталната база на Института по розата и етеричномаслените култури (ИРЕМК) в гр.Казанлък и в землището на гр.Крън.

Полевите опити са осъществявани при скорости на движение на беритбените агрегати, съобразно конкретните експлоатационни условия, в т.ч. състоянието на опорната повърхност, вегетационното развитие и състоянието на розовото насаждение, количеството на разцъфналите цветове върху розовите храсти, успеваемостта на берачите да съберат подлежащия за бране цвят. Експлоатационно-икономическите показатели на трите работни машини за бране на розов цвят са определени по резултатите от тестове, проведени след установяване на оптималните условия и режими на работа на беритбените агрегати, формирани на тяхна основа. С хронометър е измервано времето за преминаване на предварително оразмерени участъци от редовете, в които се движи МТА. Всеки тест е проведен с минимум 3-кратна повторяемост. Паралелно с резултатите от тестовете на МБР-3 са записвани данни, отнасящи се до събирането на цвета в насажденията от берачите, събиращи розовия цвят по традиционния ръчен начин. Получените резултати са записвани и систематизирани. За използване в практиката с тях са построени вариационни редове, на които са определени стойностите на извадковото средно (Bijma и др., 2017; Gocheva-Ilieva & Kulina, 2019).

Резултати и обсъждане

Експерименталните изпитвания на *едномодулната машина за ръчно бране на цвета на маслодайни рози - МР-1* са реализирани в края на м.май и началото на м.юни на 2015 г. в ИРЕМК - Казанлък. Работната машина бе агрегирана към земеделски трактор Fendt 209F (фиг. 1.б). Липсата на ходонамалител в тракторната трансмисия наложи постъпателни скорости, по-ниски от минималната в номинален режим на двигателя, да бъдат постигнати чрез работа на тракторния двигател на частични режими. Местата на берачите върху работната машина бяха заети от специалисти от ИРЕМК с изключително високи професионални качества в брането на маслодайна роза.

Първоначално, опитите с МР-1 бяха осъществени с минималната постъпателна скорост, осигурявана от тракторната трансмисия в номинален режим на двигателя (около 1,2 km/h). Въпреки, че етапът на провеждане на експериментите не съвпаднаше с етапа на максимално цветодаване, постъпателната скорост се оказа висока и след беритбения МТА оставаха разцъфнали розови цветове. С привеждане на двигателя за работа на частични режими постъпателната скорост бе намалена около два пъти, с което се осигури необходимото технологично време на берачите за събиране на всички подлежащ за събиране розов цвят. Изчислено бе, че с посочения скоростен режим с беритбения МТА може да бъде събран (в допустимия за бране времеви диапазон) цвета от площ почти 10 декара (1 ha), каквито стопанисват над една трета от розопроизводителите в България (Bozhkov, 2020). Предположи се, че за периода с максимално цветодаване (продължителността му е 2-3 дни от целия период на розобера) постъпателната скорост на МТА трябва да се снижи до около 400-450 m/h, което ще позволи събирането на цвета от около 6 декара (0,6 ha) насаждение с маслодайна роза. Направено е заключението, че постъпателна скорост в интервала 400-600 m/h ще осигури производителност на беритбения МТА от 3 до 5 пъти по-висока от традиционното ръчно бране на цвета от маслодайна роза.

Експерименталните изпитвания на *тримодулната машина за ръчно бране на цвета на маслодайни рози - МР-3* са реализирани през периода 18-21 май 2016 г. в ИРЕМК - Казанлък. Работната машина бе агрегирана към същия земеделски трактор Fendt 209F (фиг. 2.б). Особеност на тестовете с МР-3 бе, че работните места върху трите й модула бяха поверени на берачи с различен опит в брането на маслодайна роза. При осигурената (за сметка на работата на тракторния двигател на частични режими) постъпателна скорост 300-350 m/h разцъфналият цвят бе събиран

от всички берачи почти напълно от розовите храсти. Отделни пропуски възникнаха главно в случаите, когато берачите трябваше да се предпазват от удължени, непочистени с резитба розови стебла. Увеличаването на постъпателната скорост до 600-650 m/h доведе до нарастване на цветовете върху храстите, останали неоткъснати, но главно в зоните, където работиха берачи с по-ниска квалификация.

По получените резултати е изчислено, че за случаите, при които розоберачите успяват да съберат всичкия или с малки пропуски подлежащ за бране цвят, производителността на триредовия беритбен агрегат варира между 2,7 – 3,15 дка/ч (0,27 – 0,315 ha/h), което за времето до 10-11 ч., когато трябва да приключи работния ден по време на розобера, позволява събирането на цвета от 13,5 до почти 19 декара на ден (1,35-1,9 ha/day). Базирайки се на приетата в близкото минало формула за осигуреност на беритбения процес „1 декар – 1 берач“ може да се изчисли, че за същото време шест берача (колкото са върху работната машина), движещи се в междуредията и събиращи розов цвят по традиционния начин, биха събрали цвета от 6 дка (0,6 ha). Сравнявайки получените при изчисленията данни се вижда, че наред с подобрените условия за работа на розоберачите използването на МР-3 позволява нарастване на производителността на труда минимум 2 пъти. Може да се допусне, че ефектът от механизмирането на технологичната операция с тримодулната машина е по-значителен, като се отчете фактът, че при съвременните по-строги изисквания към времето за събиране на розовия цвят за приключване на розобера в срок съотношението между площите и берачите е „2 декара – 3 берача“, а в пиковите и близки до тях периоди е даже „1 декар – 2 берача“. Констатираните пропуски в събирането на цвета от берачи с малък или без опит в брането на маслодайна роза при движение на беритбения МТА с постъпателни скорости в границите на 600-650 m/h дават основание да се предположи, че при комплектоване на МР-3 с квалифицирани розоберачи в извънпиковите периоди на розобера може да бъде събиран цвета от площ над 20-25 дка/ден (2,0-2,5 ha/day), което означава четири и повече пъти по-висока производителност в сравнение с осигуряваната от движещите се пешком розоберачи.

Експерименталните изследвания на вариантите на МБР бяха проведени през две поредни години – 2020 г. и 2021 г. в розови насаждения в землището около гр. Крън. Изпитванията на *триредовата машина за пневматично бране на цвета на маслодайни рози - МБР-3* са реализирани през периода 31 май – 04 юни 2021 г. Работната машина е агрегатирана към малогабаритен земеделски трактор Kubota GL220, удовлетворяващ изискванията за съставяне на беритбен МТА (фиг. 3.б). МБР-3 е изпитана в една от възможните за нейното използване комплектации - с 5 берача, двама от които са върху машината и трима са самопредвижващи се. В този си вид работната машина позволява прибиране на цвета едновременно от два и половина реда с розови храсти. Участващите в тестовете розоберачи бяха с различен опит в брането на розов цвят, като един от тях не бе участвал до момента в предишни тестове на машина с пневматично бране на рози.

Реализираната при серията тестове средна скорост на технологичната операция - 253,6 m/h (0,254 km/h), осигури часова производителност на беритбения МТА, формиран на основата на МБР-3 с пет розоберача, 1900 m²/h (0,19 ha/h). Преизчислена за ситуацията при комплектоване на МБР-3 с шест розоберача, часовата производителност на беритбения агрегат би била 2280 m²/h (0,228 ha/h), която е достатъчна за прибирането в рамките на времеви интервал, гарантиращ получаването на качествена продукция, на наличния в деня на изпитването розов цвят в насаждение с размери 11-13 дка (1,1 - 1,3 ha). Средната на човек площ, която бяха успели да обслужат в същия ден опитни берачи при ръчно бране за един час, бе определена по данните от тестовете на 180 m². Изчислената с определената стойност „производителност на труда“ се оказа два пъти по-ниска от реализираната

от розоберач при пневматично бране. Основният извод от изпитването на МБР-3 е, че ускоряването на постъпателното движение на беритбения МТА, възможностите за което са значителни, и комплектоването на работната машина с еднакви по сръчност и професионално отношение берачи, са реалните стъпки за повишаване на производителността до нива, които ще позволят с една триредова машина за пневматично бране на рози в рамките на допустимия часови диапазон да се прибира продукцията от насаждения с площ 15 и повече декара (1,5 ha), вкл. и в пиковия етап на цъфтеж на маслодайната култура.

Заклучение

Обобщаващият извод от експлоатационно-икономическата оценка на техническите решения е, че механизмирането на брането на цвета от насаждения с маслодайна роза е целесъобразно за реализиране. Оптималното съчетаване на факторите „количество разцъфнал розов цвят - квалификация на розоберачите - постъпателна скорост на движение” е основа за осигуряване на ежедневното прибиране на продукцията в розопроизводителните стопанства в пълен обем и максимално качество на съдържащото се в цветовете етерично масло. Условието за експлоатация на работните машини за механизмиране брането на маслодайна роза, при които откъсването на розовия цвят се извършва ръчно, са чисти, подравнени междуредия, добре оформени със симетрично развита корона розови насаждения при височина на храста 1,5 - 1,6 m и в етап на активно цветодаване (след 4-5 година от засаждането). Пневматичното бране осигурява възможност за събиране на разцъфналия цвят и от растения в по-ранен етап на развитие. За оптимални скорости на движение на беритбен агрегат в редовете с розови насаждения може да бъде препоръчан диапазона 300 – 600 m/h, като конкретната стойност се съобразява с условията на експлоатация. Изчислените с помощта на опитните данни резултати показват, че използването на разработените земеделски машини за механизмиране брането на цвета в насаждения с маслодайна роза позволява да се повиши производителността на беритбената операция между 2 и 5 пъти. Прецизиране на изводите може да дадат провеждането на пълномащабни изпитвания с продължителност не по-малка от един пълен розоберен период. Резултатите от такива тестове биха дали отговор, относно ефективността на разработените работни машини при експлоатация при различни климатични условия, форма и размери на розовите масиви, периоди на изцъфтяване на розовите цветове и други фактори, съпровождащи розоберния период.

Литература

- Atanasova, M. & Nedkov, N. (2004). Essential oil and medicinal plants. *Kameya*, Sofia. (in Bulgarian)
- Bijma, F., Jonker, M. & Vaart, A. (2017). An Introduction to Mathematical Statistics. *Amsterdam University Press B.V.*, Amsterdam, Netherlands.
- Bozhkov, S. (2020): Classification of Oil-bearing Rose Farms in Bulgaria by Utilized Agricultural Area and Technical Means for Mechanization. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 57(4): 69-77. (in Bulgarian with English abstract)
- Bozhkov S. (2022). Method and Technical Means for Picking Oil-bearing Roses. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28 (5), 804-809.
- Bozhkov, S., Badrikov, E., Mihov, M. & Bozhkova, O. (2012). Substantiation of parameters of a machine for harvest mechanization of rose petals. *Proceedings of the Technical and Scientific Conference ECO – Varna 2012*, 19: 61-71. Varna, Bulgaria. (in Bulgarian with English abstract)
- Bozhkov, S., Stanchev, S., Mihov, M., Badrikov, E., Penyashki, T., Gyorina, Ts., Todorova, T., Kabadijski, K., Stefanov, K. & Badgelova, V. (2015). Experimental study of an one-

- module machine for mechanization of oil-bearing rose harvesting. *Selskostopanska tehnika*, 3-4, 43-52. Sofia. (in Bulgarian with English abstract)
- Bozhkov, S., Stanchev, S., Mihov, M., Badrikov, E., Penyashki, T., Gyorina, Ts., Todorova, T., Kabadiyski, K., Stefanov, K. & Badzhelova, V. (2017). Experimental Research of Three Modular Implement for mechanization of Oil Rose Harvesting. *Crop Science*, 54 (1), 73-81. Sofia. (in Bulgarian with English abstract)
- Gocheva-Ilieva, S. & Kulina, H. (2019). Applied Mathematics 2. – *P. Hilendarski University Publishing House*, Plovdiv, Bulgaria. (in Bulgarian)
- Doncheva, A. (2020). Oil-bearing rose. *Enyovche*, Sofia. (in Bulgarian)
- Hayes, A. (2021). Cost-Benefit Analysis. Investopedia. In: *Business Essentials*. (Via: <https://www.investopedia.com/terms/c/cost-benefitanalysis.asp>)
- Staykov, V. (2003). Prospective essential oil crops. *Zemizdat*, Sofia. (in Bulgarian)
- Weller, J. (2016). An Expert Guide to Cost Benefit Analysis. *Smartsheet*. (Via: <https://www.smartsheet.com/expert-guide-cost-benefit-analysis>)

ИНКОРПОРИРАНЕ НА ПШЕНИЧЕНА СЛАМА ЗА ИНДУЦИРАНЕ НА СУПРЕСИВЕН ЕФЕКТ В ПОЧВАТА КЪМ РИЗОКТОНИЙНО КОРЕНОВО И БАЗИЧНО ГНИЕНЕ

Ценко Въчев*, Иво Янашков

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиров“, отдел „Защита на растенията“, Селскостопанска академия, Костинброд 2230, ул. „Панайот Волов“ № 35
*e-mail: vatchevtzenko@yahoo.com

Резюме

Настоящият доклад представя част от резултати, получени в поредица от експерименти, насочени към разработване на екологически устойчиви и икономически атрактивни подходи за опазване на житните култури от заболявания, причинявани от почвенопреносими фитопатогени. Цел на изследването бе да се проследят ефекти от инкорпорирани пшеничена слама върху нивото на супресивност на почвата спрямо ризоктонийно кореново и базично гниене с причинител *Rhizoctonia solani* AG 4, както и да се разкрие допълнителен стимул за депониране на „излишната“ биомаса от културата обратно в почвата. Алувиално-Ливадна почва беше обогатявана с различни количества – 0, 1, 2.5 и 5 g надробена (сегменти от 2-5 cm) пшеничена слама за 1 L почва, съответстващи на 0, 200, 500 и 1000 kg за 1 daa площ при 20 cm орен слой. Водното съдържание в третираните и нетретираните почви беше довеждано до са. 70-75% ППВ и поддържано за период на инкубиране от 180 дни при 17-22 °C. За отчитане на нивото на супресивност на всяка от почвите по варианти бяха използвани две експериментални системи. Експерименталните единици при първата 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 изследвана почва във всеки съд и двуредов посев от пшеница, сорт Мадара (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, внесени в почвата в началото на двата реда след поникване на растенията. В друг, паралелно провеждан биологичен тест, бе проследяван процентът видимо болни, респ. здрави пшеничени растения, отглеждани в саксии (2.5 L), в които изпитваните почви бяха насипвани по варианти и фоново инокулирани с чиста култура на *R. solani*, развита върху автоклавиран ечемичен зърна – по 20 g инокулум за 1 L почва. Инкорпориранието на пшеничена слама индуцираше висок супресивен ефект в Алувиално-Ливадната почва по отношение на кореново и базично гниене по пшеница с причинител *Rhizoctonia solani* AG 4. Тенденциите в резултатите при двукратно провеждане на двата теста бяха идентични – с нарастване на количеството на внесения в почвата подобрител – пшеничена слама, нарастваше супресивният ефект върху проявите на ризоктонийно кореново и базично гниене. При първия тест разпространението на болестта от точков източник на инфекция беше редуцирано с 44.7% в почвата с инкорпорирани 5.0 g подобрител L⁻¹ почва спрямо нетретираната контрола. Броят, респ. процентът на здравите опитни растения във втория тест показва нарастване от 15.0% на 35.0% и 68.8% с нарастване на количеството на инкорпорирани слама съответно от 1 g на 2.5

g, и 5 g L⁻¹ почва. Освен като успешен метод за контрол над Ризоктониоза, оползотворяването на биологичния добив от пшеница чрез депониране на „излишните“ количества слама в почвата е дискутирано като устойчива алтернатива на опламеняването на стърнищата и средство за частично регенериране на органичното вещество в почвата.

INCORPORATION OF WHEAT STRAW TO RENDER SOIL SUPPRESSIVE TO RHIZOCTONIA ROOT ROT

Tzenko Vatchev*, Ivo Yanashkov

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Pushkarov”, Sofia,
Plant Protection Dept., 35 Panayot Volov Str., Kostinbrod 2230, Agricultural Academy
e-mail: vatchevtzenko@yahoo.com

Abstract

This report presents part of the results of a series of experiments aimed at developing ecologically sustainable and economically attractive approaches to protect cereal crops from diseases caused by soil-borne phytopathogens. The present study is focussed on two aspects: (1) the effect of incorporating different amounts of wheat straw on the level of soil suppressiveness against *Rhizoctonia* root rot (bare patch) caused by *Rhizoctonia solani* AG 4 and (2) by attaining a sufficiently high level of disease suppression to provide an additional incentive for cereal crop producers to deposit plant residues back into the soil as an alternative to stubble burning as well as the export of nutrients from agricultural fields. Alluvial-Meadow soil (Eutric Fluvisols, according to FAO classification) was amended with different amounts – 0, 1, 2.5 and 5 g of cut in 2-5 cm in length segments of wheat straw per 1 L of soil, corresponding to 0, 200, 500 and 1000 kg per 1 daa area at 20 cm ploughed layer. Amended and unamended (control) soils were wetted up to 70-75% of the water holding capacity and incubated undisturbed in a laboratory for a period of 180 days at ca. 20 °C (17-22 °C). Two experimental systems (bioassays) were used to measure disease suppressive capacities of treated soils and untreated controls. In the first bioassay 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. Madara, 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. In the second bioassay, we evaluated the percentage of apparently healthy wheat plants grown in pots (2.5 L) in which the test soils were thoroughly mixed with a pure culture of *R. solani* AG 4 mass developed on autoclaved barley grains – 20 g of inoculum per 1 L of soil. The incorporation of wheat straw induced a high suppressive effect on *Rhizoctonia* root rot of wheat. A significant ($P<0.05$) disease inhibition was observed in all treated soils. The higher the rate of wheat straw incorporated, the higher the suppressive soil response was observed in all experiments carried out. The highest rate of straw application (5.0 g wheat straw L⁻¹ soil) resulted in significant ($P<0.05$) reduction of disease spread by 44.7% and the greatest abundance of healthy plants – more than 68% effectiveness of the treatment. Being a successful method of controlling *Rhizoctonia* root rot of wheat, the deposition of "excess"

amounts of wheat straw in the soil has been discussed as a sustainable alternative to stubble burning and as an approach encouraging healthier ecosystems and regenerating organic matter in the soil.

Въведение

Ризоктонийното кореново гниене по пшеница с основен причинител *Rhizoctonia solani* Kühn (телеоморф *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk) е повсеместно разпространено заболяване (Schroeder et al., 2011; Brown et al., 2014; Özer et al., 2021) и широк кръг от гостоприемници сред житните култури със слята повърхност (Mathre, 1982; Weise, 1987; MacNish and Neate, 1996). Видът *R. solani* включва редица анастомозни групи (AGs), всяка от които, поради генетичната изолираност помежду им, може да се разглежда като отделен вид, причинител на заболяване (Ogoshi, 1987; Carling, 1996). По пшеницата са известни AG 2, AG 3, AG 4, AG 5, AG 8, AG 11 (Demirci, 1998; Sturrock et al., 2015; Hayden et al., 2018; Özer et al., 2021). У нас е установена AG 4 на патогена, характеризираща се с висока агресивност по отношение на гостоприемника, спорадично разпространение и периодични епидемични прояви (Въчев и др., 2017; Янашков и др., 2017). Ризоктонийното кореново и базично гниене се проявява във всички фази от развитието на пшеницата (Parmeter, 1970; Sneh, 1996), често под формата на ясно очертани, неравномерно разпръснати зони („хармани“) от болни растения (Roberts & Sivasithamparam, 1986; MacNish & Neate, 1996) с некротични напетнявания в основата на стъблата и кафяво гниене по корените (Weise, 1987; Ogoshi et al., 1990). Нападнатите растения остават по-дребни и хлоротични, полягат и загиват (Weise, 1987; Sneh, 1996). Освен прилагане на екстензивно сеитбообращение, друг препоръчван метод за борба с Ризоктониозата по житата е пръскане със системно действащ фунгицид в момента на поява на болестта в посевите. Методът е с ограничена ефективност, тъй като основната част от изпръскания химичен продукт попада по горните етажи на растенията, а зоната на инфекция е в основата на стъблата и корените. Към момента обаче зърнопроизводството не разполага с по-добро средство за борба с болестта.

Прилагането на органични подобрители, предизвикващи обратими изменения в състава и структурата на почвения микробиом, водещи до състояние на повишена обща и специфична супресивност на почвата към почвообитаващи фитопатогени е най-ефективният и често експериментиран подход към опазване на земеделските култури от болести по корените и базите на растенията (Bailey and Lazarovits, 2003; Mazzola, 2007, 2010; Chandrashekara et al., 2012; Wei et al., 2020; De Corato, 2021 и мн. др.).

Инкорпорирането на пшеничена слама е свързано с повишаване на органичното съдържание и биоразнообразие в почвата и повишена микробиологична активност (Tardy et al., 2015; Chen et al., 2017; Su et al., 2020; Yu, 2020). Това от своя страна води до редуциране на заболявания по корените и базите на цветя и зеленчуци, причинявани от различни анастомозни групи на вида *Rhizoctonia solani* (Въчев, Ц. и Дайст, Г., *непубликувани данни*). Заораването на стърнищата с всички растителни остатъци след пшеница редуцира проявите на кореново и базично гниене с причинители *Fusarium* spp. (Ledingham, 1970; Cook et al., 1978), *Rhizoctonia cerealis*, и други фитопатогенни гъби (Jenkyn et al., 1994; Yang et al., 2019). Широкомащабно изследване, проведено на терен от Jenkyn et al. (1994) показва, че инкорпорирането на сламата в почвата, както и изгарянето на стърнището оказват често нееднозначни и непредвидими ефекти върху отделни болести по пшеницата. Pankhurst et al. (2002) сравняват ефекти от изгаряне на стърнище и заораване на растителните остатъци след пшеница в съчетание с различни почвени обработки. Авторите констатирали известен супресивен ефект спрямо *R. solani*, същевременно

изтъкват, че получените резултати се нуждаят от потвърждение. По-късно Paulitz et al. (2010), сравнявайки въздействието от изгаряне на стърнището след пшеница, отстраняване на сламата от полето и оставяне на следстърнище, констатира, че трите земеделски практики не водят до ясно изразени различия в проявите на Ризоктониоза по следващата култура с причинител *R. solani* AG 8. Цитираните тук източници като цяло очертават липса на обща тенденция и еднозначност в резултатите от различни проучвания върху Ризоктониоза по пшеницата и управлението на стърнището и растителните остатъци, провеждани на различни места и по различно време.

В условията на съвременното земеделие, производството на слама от житни култури превишава търсенето в сектори като животновъдство – за храна и постилка, индустрия или за популярни в миналото традиционни практики. Изгарянето на сламата редуцира нежеланата плевелна растителност, облекчава последващите обработки на почвата и като цяло предлага икономичен начин за освобождаване на обработваемите площи от растителния остатък след реколтиране. Остава открит въпросът за намиране на оптимална форма за депониране на „излишните“ количества слама след реколтиране на житни култури със същата повърхност предвид факта, че изгарянето на стърнищата води след себе си здравословни, екологични и технологични проблеми (Hesammi et al., 2014; Abdurrahman et al., 2020) и се счита за неустойчива стопанска практика.

Настоящият доклад представя част от резултати, получени в поредица от експерименти, насочени към разработване на екологически устойчиви и икономически атрактивни подходи за опазване на житните култури от заболявания, причинявани от почвенопреносими фитопатогени. Изследването акцентира върху два аспекта: (1) ефекта от инкорпориране на различни количества пшеничена слама върху нивото на супресивност на почвата спрямо ризоктонийно кореново и базично гниене с причинител *Rhizoctonia solani* AG 4; и (2) наличието на доказан супресивен ефект спрямо заболяването да послужи като допълнителен стимул за депониране на „излишната“ биомаса обратно в почвата и като една от алтернативите на опламеняването на стърнищата след пшеница.

Материали и методи

Почва и почвен подобрител.

За целите на изследването беше използвана Алувиално-Ливаден тип почва от района на направление Защита на растенията на ИПАЗР „Никола Пушкиров“ край гр. Костинброд (30.0% пясък, 17.5% прах, 52.0% глина рН (KCl) 6.56, 4.03% хумус). От избрания необработваем терен бяха събирани индивидуални почвени проби – монолити, на дълбочина до 20 cm с петметрово отстояние между точките на пробовземане. Събраните индивидуални монолити бяха смесвани и напълно хомогенизирани чрез размесване, след което почвата беше пресявана през сито (3 x 3 cm). Еднакви количества (7.0 L) от стерилизираната и нестерилизирана почва бяха разпределяни в пластмасови съдове (саксии от по 10 L). За подобрител на почвата беше използвана суха, преди това балирана, пшеничена слама, добита от обработваем терен край гр. Костинброд. Стръковете слама бяха нарязвани на сегменти с дължина 2-5 cm. Почвата беше обогатявана с различни количества от надробената пшеничена слама – 0 g, 1 g, 2.5 g или 5 g за 1 L почва, съответстващи на 0 kg, 200 kg, 500 kg и 1000 kg за 1 daa площ при 20 cm дълбочина на орния слой. След пълно хомогенизиране на почвата и подобрителя, съдовете бяха разполагани върху лабораторен плот във фитостатно помещение и покривани с листов филтърна хартия. Третираните и нетретираните с подобрител почви бяха инкубирани в продължение на 180 дни при температура 17-22 °C. За оптимално протичане на

микробиологичните процеси, влажността на почвата беше поддържана в граници са. 70-75% от ППВ чрез периодични поливки с чешмяна вода.

Биологични тестове за супресивност.

За установяване на нивото на супресивност на обогатена с пшеничена слама и нетретирана почви по отношение на ризоктонийно кореново гниене по пшеницата беше използван разработен от нас директен метод, прилаган в предходни наши изследвания (Въчев и др., 2017). Методът се основава на способността на болестта да се разпространява огнищно по растенията в посева от единичен източник на инфекция (под формата на „хармани“, Sneh et al., 1996; Schroeder and Paulitz, 2008). По 1.1 L от изследваната почва беше насипвана в правоъгълни, пластмасови съдове с размери 26 x 6 x 8 cm. Във всяка опитна единица (съд) бяха засявани по два реда от по 12 (24 във всеки съд) висококачествени семена пшеница, сорт Мадара на разстояние 2 cm в реда и 3 cm между двата реда. Опитните единици – по четири за всеки вариант, бяха разполагани в напълно рандомизирани блокове в лаборатория с пряк достъп на дневна светлина и температура от около 20 °C. Инокулум на високо агресивен щам на *R. solani* AG 4, изолиран от симптомни пшеничени растения, беше развиван предварително в чисти култури в Петриеви блюда върху автоклавиращи (30 min на 121 °C) ечемичени зърна в продължение на 14 дни при 26 °C. След поникване на опитните растения (пет дни след сеитбата) бяха внасяни по 20 инокулумни зърна в единия край на всеки съд на около 0.5-1 cm дълбочина в почвата, под формата на фокален (точков) източник на инфекция. Целеше се, гъбата да се разпространява от източника на инфекция чрез нарастващия мицел във и под въздействие на изследваната почва. Всеки съд беше снабден с подложка, позволяваща ръчно подаване на вода от подложката към отворите на дъното на вегетационния съд. Ежедневно в подложката на всеки съд беше добавяна чешмяна вода, така че в нея да се поддържа постоянен воден стълб с височина 1 cm. По този начин на повърхността на изследваната почва (7 cm колона) беше създаван постоянен отрицателен воден потенциал, еквивалентен на около -6.5 cmH₂O воден стълб (h). От друга страна, с поливка чрез просмукване на водата в почвата откъм основата на съда се избягваше допълнителен, механичен пренос на вегетативни структури на патогена от източника на инокулум. Опитът беше отчитан на всеки седем дни в продължение на 35 дни след инокулиране. При всяко отчитане здравното състояние на всяко пшеничено растение беше оценявано визуално като „здрaво“, „болно“, „загинало“ или „липсващо“, и отбелязвано върху схематична карта, показваща местоположението на отделните растения във вегетационния съд. На базата на тези карти беше определяна дистанцията (периметър) на разпространение на ризоктонийното гниене в двата реда растения от източника на инфекция. Дистанцията на разпространение на болестта при последното отчитане служеше за основен параметър, характеризиращ нивото на супресивност на почвата по отношение на заболяването във всяко повторение, респ. вариант на третиране.

В друг, паралелно провеждан биологичен тест почвите бяха манипулирани по аналогичен начин, след което насипвани по варианти в саксии (2.5 L) и фоново инокулирани с чиста култура на същия щам *R. solani*, развит върху автоклавиращи ечемичени зърна – по 20 g инокулум, размесени в 1 L почва. Във всяка саксия бяха посявани по 15 висококачествени семена от сорт Мадара. След поникване, броят на растенията във всяка саксия беше довеждан до 10. За всеки вариант бяха използвани по пет саксии (повторения). Проследяван бе процентът видимо болни, респ. здрави пшеничени растения във всяко повторение и вариант в продължение на 30 дни след 35 дни след сеитбата. Опитите бяха провеждани двукратно.

Статистически анализи.

Експерименталните данни, получени в края на всеки опит бяха обработвани статистически и анализирани по стандартен метод за вариационен анализ и по метода на Duncan, използващи F -тест за оценка на значимостта на анализа и t -тест за значимост на разликите при нива на достоверност $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ и $P \leq 0.001$ (Gardiner, 1997). Експерименталните данни от отделните повторения на всеки вариант бяха анализирани поотделно за установяване на хомогенност на резултатите, след което резултатите от два последователно проведени опита бяха обединени и представени съвместно. Всички анализи бяха извършвани с програмен продукт „Statgraphics18”.

Ниво на контрол върху болестта.

Нивото на контрол над ризоктонийното кореново гниене по пшеницата чрез повишаване на почвената супресивност беше калкулирано по варианти в сравнение с нетретираните контроли според дистанцията на разпространение на болестта от точков източник на инфекция (при първия от двата теста) или процентът на здравите растения (при втория тест) по формулата на Abbott (1925),

$E\% = 100 - (T \cdot 100 / K)$, където:

$E\%$ – ефективност на третирането, ниво на контрол;

T – разпространение на болестта (cm) от точков източник на инфекция или процент здрави растения при фоново инокулиране за съответен вариант с инкорпориране на пшеничена слама;

K – разпространение на болестта (cm) от точков източник на инфекция или процент здрави растения при фоново инокулиране за контролен вариант без третиране.

Резултати

Методът на провеждане на опита и параметърът на отчитане – разпространение на Ризоктониозата по пшеницата бяха базирани на способността на *R. solani*, респективно на причиняването от патогена заболяване, активно да се разпространяват в посева от единичен източник на инфекция (Фиг. 1). От резултатите, представени на таблица 1 е видно, че, като цяло, инкорпорирането на пшеничена слама в Алувиално-Ливадна почва доведе до значително ($P < 0.05$) ограничаване на разпространението на Ризоктониозата в симулиран посев от пшеница. Докато в контролния нетретиран вариант заболяването беше достигнало 21.25 cm от източника на инокулум на 35-и ден от инокулирането, то с нарастване на количеството на инкорпорираната в почвата слама от 1 g на 2.5 g, и 5 g L⁻¹ почва във вариантите с третиране, разпространението на болестта беше редуцирано съответно с 7.1%, 38.8% и 44.7%. Най-силен инхибиращ ефект върху болестта беше отчетен във варианта в най-голямо количество внесен подобрител. Интересен за отбелязване бе фактът, че и в двата проведени експеримента болестта се разпространяваше бързо – до седмия ден след инокулиране на почвата с патоген, след което – до 35-ия ден – беше отчетено незначително нарастване на зоните с видимо болни и/или загинали растения в отделни повторения на изпитваните варианти (*непредставени данни*).

Таблица 1. Ефект на различни количества пшеничена слама, инкорпорирана в Алувиално-Ливадна почва върху разпространението на Ризоктониоза по пшеница от точков източник на инфекция.

№	Вариант (третиране)	Разпространение на болестта ^a (cm)	Инхибиране на болестта (%) ^c
1	Нетретирана контрола	21.25 a ^b	С
2	1.0 g слама L ⁻¹ почва	19.75 a	7.1
3	2.5 g слама L ⁻¹ почва	13.0 b	38.8
4	5.0 g слама L ⁻¹ почва	11.75 b	44.7

$LSD_{0.05} = 1.625$

^a Отчетено на 35-тия ден след инокулиране.

^b Стойности, обозначени с различен буквен символ са статистически различни при $P \leq 0.05$, съгласно метода за разпределение на Duncan.

^c Изчислено по формулата на Abbott (1925).



Контрола

5.0 g слама
L⁻¹ почва

Фигура 1. Разпространение на Ризоктониоза (*R. solani* AG 4) по пшеница от точков източник на инфекция

Биологичните тестове на другите два паралелно проведени експеримента се основаваха на фоново инокулиране на почвата с изкуствен инокулум на *R. solani* AG 4 (Фиг. 2). Процентите видимо здрави пшеничени растения по варианти на 35-ия ден след инокулиране (сеитба) на опитните растения са отразени на таблица 2. И при този начин на експериментиране, силно нападение – 0% здрави растения, беше отчетено в контролната почва без подобрител. Беше наблюдавана същата тенденция на значително ($P < 0.05$) нарастване на инхибиращия, респ. супресивен ефект на третираната почвата с нарастване на количествата на внесена в нея пшеничена слама. Отново най-силно потискане на ризоктонийното кореново и

базично гниене по опитните растения беше наблюдавано в почвата с инкорпорирано най-голямо количество – 5.0 g слама L⁻¹ почва – 68.75% спрямо контролата.

Таблица 2. Ефект на различни количества пшеничена слама, инкорпорирана в Алувиално-Ливадна почва върху прояви на Ризоктониоза по пшеница. Фоново инокулиране

№	Вариант (третиране)	% Здрави растения ^a	Инхибиране на болестта (%) ^c
1	Нетретирана контрола	0 a ^b	С
2	1.0 g слама L ⁻¹ почва	15.0 b	15.0
3	2.5 g слама L ⁻¹ почва	35.0 c	35.0
4	5.0 g слама L ⁻¹ почва	68.75 d	68.75

LSD_{0.05} = 12.375

^a Отчетен на 35-тия ден след инокулиране.

^b Стойности, обозначени с различен буквен символ са статистически различни при P ≤ 0.05, съгласно метода за разпределение на Duncan.

^c Изчислено по формулата на Abbott (1925).



Контрола

1.0 g слама
L⁻¹ почва

2.5 g слама
L⁻¹ почва

5.0 g слама
L⁻¹ почва

Фигура 2. Прояви на Ризоктониоза (*R. solani* AG 4) по пшеница при фоново инокулиране на почвата

Дискусия

Установеното в това изследване значително потискане на развитието на ризоктонийно кореново и базично гниене по пшеница с причинител *R. solani* AG 4, доказва, че внасянето на различни количества пшеничена слама в Алувиално-Ливадна почва, последвано от 180 дни инкубиране за протичане на процеси на разпад на внесената органична маса, индуцира висок супресивен ефект в почвата по отношение на болестта. Тенденциите в резултатите и от двата биологични теста, прилагани в изследването са идентични – с нарастване на количеството на

подобрителя, се ограничава разпространението на заболяването от точков източник на инфекция в почвата, а броят, респ. процентът на здравите опитни растения нараства значително, когато инокулумът на патогена е внесен фоново (размесен с почвата). Във всички проведени опити най-висок супресивен ефект беше постигнат след инкорпориране на 5.0 g пшеничена слама L⁻¹ почва, което съответства на 1000 kg биологичен остатък за 1 daa площ при 20 cm орен слой. Постигнатото ниво на контрол при тази доза – под 70% редуциране на заболяването, съответства на „непълнен, частичен“, „средно до полезно ниво“ на контрол. И макар, че толкова висока ефективност не е постигана дори с използване на химични фунгициди, предстоят допълнителни изследвания за оптимизиране на количеството пшеничена слама за инкорпориране в почвата с оглед на постигане на пълен контрол (над 80% инхибиране) на Ризоктониозата по пшеница. В предходно наше изследване беше установен значителен супресивен ефект спрямо Ризоктониоза по пшеница в Алувиално-Ливадна почва след инкорпориране на добре разложен, оборски овчи тор (Въчев и др., 2017). Комбинирането на двете амендиращи системи би довело до адитивен или синергистичен инхибиращ ефект по отношение на заболяването.

Подходът на изчисляване на дозата подобрител към обем почва позволява директно екстраполиране на получените от нас резултати към обстановката на терен в зърнопроизводството. Моделът на проявите и разпространението на Ризоктониозата в пшеничените посеви – на „хармани“ (Dada, 2017), дава възможност да се проведе борба, както върху цялата обработваема площ, така и локално, чрез инкорпориране на остатъци от слама в засегнатите от болестта участъци и прилежащите им зони от по няколко метра. Използването при необходимост на балирана слама със стандартно тегло на балата, позволява максимално точно изчисляване на количеството внесен в почвата подобрител. Изследвания на други автори, проследяващи съотношението на добива от зърно и добива от слама на единица площ, в зависимост от сорта и сортотипа на съответната житна култура (Кутев и др., 2014) позволяват сравнително точно да се определи количеството на предвидената за инкорпориране слама в почвата без необходимост от предварително балиране.

Редица автори съобщават за контрол над заболявания, причинявани от *Rhizoctonia* spp. и други почвообитаващи патогени по пшеница чрез инкорпориране на пшеничена слама в почвата (Cook et al., 1978; Jenkyn et al., 1994; Prew et al., 1995; Cook et al., 2013). Pitt (1964) установява, че инкорпорирането на инокулирана с *R. solani* пшеничена слама в почвата води до загиване на патогена. Други автори съобщават за значително повишаване на нивото на супресивност на почвата по отношение на видове от род *Rhizoctonia* като резултат от внасяне на слама от житни култури. След две до тригодишно мулчиране на почвата с оризова слама Chen et al. (2010) установяват повишаване на популационната плътност на ризосферни за пшеницата бактерии от род *Pseudomonas*, антагонисти за *R. cerealis*. Singh et al. (2019) използват разлагащата се в почвата пшеничена слама, като богат източник за изолиране на *Streptomyces* spp., промотиращи растежа на културата и проявяващи антагонистична активност спрямо *R. solani*. С настоящото изследване съобщаваме за първи път за индуциране на супресивен отговор по отношение на анастомозна група 4 (AG 4) на патогена, причиняващ ризоктонийно кореново и базично гниене по пшеница, чрез инкорпориране на пшеничена слама в почва. Механизмите зад констатирания супресивен отговор са обект на друго изследване. По литературни данни е известно, че съотношението C:N в слама от житни култури е приблизително 100:1. При съотношение C:N по-високо от 25:1 в добавените към органични материали почвата се превръща в биологически супресивна среда по отношение на редица фитопатогени. Вероятна причина за това е, че при тези условия резидентните почвени микроорганизми в процеса на разграждане на

инкорпорираната органична материя усвояват преимуществено азота в почвата. Това създава азотен дефицит (Roy et al. (2006) и изостря конкурентните взаимоотношения в микробиома.

Въпреки действаща забрана, земеделски производители в България и Европейския съюз често прибегват до изгаряне на стърнища след житни култури с оглед на унищожаване на инокулум от фитопатогени – ръжди, листни напетнявания, фузариози, главни и др., за които е доказано или се приема, че се запазват с остатъци от културата. Изгарянето на стърнищата е сред най-древните документиранни растителнозащитни практики, препоръчвани при пшеница и други житни култури (Vergil, 70-19 BC, Lembke, 2005, trans.; Zadoks, 2013). Вергилий в своите Георгики (Georgics, Vergil, 70-19 BC) препоръчва изгарянето на стърнището да се осъществява с „пукащи“ пламъци (“crackling flames”, Lembke, 2005, trans.). От гледна точка на съвременното познание, а вероятно и от това по времето на Вергилий, препоръката акцентира върху бързо изгаряне на растителните остатъци на повърхността, като се ограничи риска от трансформиране на горенето в подземен пожар с изгаряне на органичното вещество и хумуса в почвата. Различни аспекти от използването на огън с фитосанитарна цел в традиционното – прединдустриално и съвременното земеделие са обобщени от Hardison (1976; 1980), Thurston (1992), Bockus (1998), Kutcher and Malhi (2010) и др.

През XII век Ibn Al-Awam (1988) в Испания препоръчва използване на слама и други органични остатъци за възстановяване на почвеното плодородие. Редица съвременни изследвания също потвърждават, че след инкорпориране на слама от житни култури – еднократно след реколтиране или многократно – след всяка следваща култура, се наблюдава повишаване на добива от следваща култура, повишаване на съдържанието на органично вещество и интензивност на секвестриране на въглерода от въздуха, подобрена структура и порьозност, нарастване на общата биомаса от микроорганизми, нарастване на популациите на бактерии, участващи в трансформацията на азота и въглерода и редуциране на популации от патогенни гъби (Shen et al., 1997; Zhang et al., 2014; Han et al., 2018; Yang et al., 2019; Singh et al., 2021; Wan et al., 2021; Getahun et al., 2022) и редица други, обобщени в работата на Nicholson et al. (2014). Очевидно е, че сламата като подобрител има пряко отношение към повишаване на качеството (абиотични – физични и химични характеристики) и краткосрочната продуктивност на почвата, както и към подобряване на почвеното здраве (биологичните характеристики) и дългосрочната продуктивност на почвата (Pankhurst et al., 1997).

Представените в настоящото изследване резултати – наши и на други автори, доказват, че използването на пшеничената слама като подобрител на почвата индуцира супресивен ефект по отношение на *R. solani* и други видове фитопатогени по корените и базите на житни култури. Съгласно концепцията, предложена от Sir Albert Howard (Howard, 1940; 1947) и разработена по-късно от Pankhurst et al. (1997), почвообитаващите фитопатогенни гъби, като неделима част от биологичния компонент на почвата, се разглеждат едновременно като фактор за и индикатор на почвеното здраве (Pankhurst et al., 1997). Предвид факта, че супресивната почва е „здрава почва“ (“healthy soil”, Higa and Parr, 1994; Vatchev, 2004; Janvier et al., 2007), то инкорпорирането на пшеничена слама може да се разглежда като подход към подобряване, както на качеството на почвата, така и на растителното и почвено здраве. Изследвания на други автори (Ledingham, 1970; Mazzola et al., 1997; Cook et al., 1978; 2013; Prew et al., 1995; Paulitz et al., 2010; Tardy et al., 2015; Chen et al., 2017; Han et al., 2018; Yu et al., 2019) констатира различни, често противоречащи си резултати от прилагане на едни и същи практики за депониране на сламата от житни култури и управление на стърнището, в т.ч. и от опламеняване. Може да се заключи, че стопански и агрономически фактори, като почвен тип, система на земеделие,

стопанска история на полето, сеитбооборотни схеми, обработки на почвата, календарно време на извършване на мероприятията и др., оказват влияние върху крайните резултати от използване на различни начини за управление на стърнището и на растителните остатъци от житни култури на полето. Това налага използване на емпиричен научен подход, проследяващ ефектите от прилагане на конкретни мероприятия при конкретните условия на терен.

Литература

- Въчев, Ц., Янашков, И., Манева, С., 2017. Приложение на компостиран овчи тор за повишаване на почвената супресивност към ризоктонийно кореново гниене по пшеница. *Почвознание агрохимия и екология*, 51: 40-52.
- Кутев, В., Трифонова, Т., Ланджева, С., Ненова, В., Кочева, К., 2014. Изследване съотношението слама:зърно при 100 български сорта пшеница за нуждите на балансираното торене. *Институт по земеделие, Карнобат, Научни трудове*, том 3: 261-265.
- Янашков, И., Аврамов, Ж. и Въчев, Ц., 2017. Почвообитаващи гъбни патогени по житни култури със слята повърхност в България: видов състав и разпространение. *Растениевъдни науки*, 54(2): 10-23.
- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Abdurrahman, M.I., Chaki, S. and Saini, G. 2020. Stubble burning: Effects on health & environment, regulations and management practices. *Environmental Advances*: 2: 100011, <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2020.100011>
- Al-Awam, Ibn (Abu Zacaria labia), 1988. Libro de Agricultura. 2 Vols. J.A. Banqueri. (trans.) Clasicos Agrarios, Ministeri d'Agricultura, Pesca y Alimentacion, Madrid. 1454 pp.
- Bailey, K.L., Lazarovits, G., (2003). Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments. *Soil and Tillage Research*, 72: 169-180.
- Bockus, W.W., 1998. Control strategies for stubble-borne pathogens of wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 20: 371-375.
- Brown, M.J., Woodhall, J., Mooney, S.J., & Ray, R.V. (2014). The occurrence and population dynamics of *Rhizoctonia solani* in soil of winter wheat. The Dundee Conference. Crop Protection in Northern Britain, pp. 107-112.
- Carling, D.E. (1996). Grouping in *Rhizoctonia solani* by Hyphal Anastomosis Reaction, pp. 37-47. In: Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S., Dijst, G. (eds) *Rhizoctonia Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control*, 578 p.
- Chandrashekara, C., Kumar, R., Bhatt, J.C., Chandrashekara, K. (2012). Suppressive Soils in Plant Disease Management. In: *Eco-friendly Innovative Approaches in Plant Disease Management*, Chapter: 14, Publisher: International Book Distributors, Editors: Singh V.K., Singh, Y., Singh, A., pp. 241-256.
- Chen, H. G., Cao, Q. G., Xiong, G. L., Li, W., Zhang, A. X., Yu, H. S. and Wang, J. S. 2010. Composition of wheat rhizosphere antagonistic bacteria and wheat sharp eyespot as affected by rice straw mulching. *Pedosphere*. 20(4): 505–514.
- Chen, Z., Wang, H., Liu, X., Zhao, X., Lu, D., Zhou, J., Li, C., 2017. Changes in soil microbial community and organic carbon fractions under short-term straw return in a rice–wheat cropping system. *Soil and Tillage Research*, 165: 121-127.
- Cook, R.J., Boosalis, M.G., and Doupnik, B., 1978. Influence of crop residues on plant diseases. V. 31, Ch. 8, pp. 147-163 in: *Crop Residue Management Systems*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI. <https://doi.org/10.2134/asaspecpub31.c8>

- Cook, S., Fiona, N., Daniel, K. & Bhogal, A., Roques, S., Kerley, J. & Twining, S., Brassington, T., Gladders, P., Balshaw, H. & Ellis, S., 2013. Straw incorporation review. *Research Review*, 81. Doi: 10.13140/RG.2.1.2364.2721.
- Dada T.E., 2017. Epidemiology of wheat *Rhizoctonia*. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(5): 463-474.
- De Corato, U., 2021. Soil Microbiome Manipulation Gives New Insights in Plant Disease-Suppressive Soils from the Perspective of a Circular Economy: A Critical Review. *Sustainability*, 13, 10, 41 p. <https://doi.org/10.3390/su13010010>
- Demirci, E. (1998). *Rhizoctonia* species and anastomosis groups isolated from barley and wheat in Erzurum, Turkey. *Plant Pathology*, 47: 10-15.
- Gardiner, W.P. 1997. Statistics for the biosciences: data analysis using minitab software. Prentice Hall. London, New York, Toronto, Sydney, Tokyo, Singapore, Madrid, Mexico City, Munich, Paris, 416 pp.
- Getahun, G.T., Katterer, T., Munkholm, L.J., Rychel, K., Kirchmann, H., 2022. Effects of loosening combined with straw incorporation into the upper subsoil on soil properties and crop yield in a three-year field experiment. *Soil and Tillage Research*, 223 105466. <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105466>
- Han, X. Xu, C., Dungait, J.A.J., Bol, R., Wang, X., Wu, W., Meng, F., 2018. Straw incorporation increases crop yield and soil organic carbon sequestration but varies under different natural conditions and farming practices in China: A system analysis. *Biogeosciences*, 15, 1933–1946. <https://doi.org/10.5194/bg-15-1933-2018>
- Hardison, J.R., 1976. Fire and flame for plant disease control. *Annual Review of Phytopathology*, 14: 355-379.
- Hardison, J.R., 1980. Role of fire for disease control in grass seed production. *Plant Disease*, 64: 641-645.
- Hesammi, E., Talebi, A.B. and Hesammi, A., 2014. A review on the burning of crop residue on the soil properties. *WALIA Journal*, 30: 192-194.
- Howard, A., 1940. An agricultural testament. Oxford: Oxford University Press, 253 p.
- Howard, A., 1947. The soil and health: A study of organic agriculture. New York: Devin-Adair. 307 p.
- Hayden, H.L., Savin, K.W., Wadeson, J., Gupta. V.V.S.R. & Mele, P.M. (2018). Comparative Metatranscriptomics of Wheat Rhizosphere Microbiomes in Disease Suppressive and Non-suppressive Soils for *Rhizoctonia solani* AG 8. *Frontiers in Microbiology*, 9:859.
- Higa, T. and Parr, J.F., 1994. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan, 16 p.
- Janvier, C., Villeneuve, F., Alabouvette, C., Edel-Hermann, V., Mateille, T., Steinberg, C., 2007. Soil health through soil disease suppression: Which strategy from descriptors to indicators? *Soil Biology and Biochemistry*, 39(1): 1–23.
- Jenkyn, J.F., Gutteridge, R.J., Jalaluddin, M., 1994. Straw disposal and cereal diseases, pp. 285–300. In: Ecology of Plant Pathogens. (Eds.) J.P. Blakeman and B. Williamson. Wallingford, Oxon, CAB International, 384 p.
- Kutcher, H.R., and Malhi, S.S., 2010. Residue burning and tillage effects on diseases and yield of barley (*Hordeum vulgare*) and canola (*Brassica napus*). *Soil and Tillage Research*, 109: 153–160.
- Ledingham, R.J. (1970). Effects of straw and nitrogen on common root rot of wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 50(2): 175-179.
- Lembke, J., 2005. Vergil's Georgics: A New Verse Translation. Yale University Press, New Haven and London, Book 1: 3-21, 114 p.
- MacNish, G., Neate, S. 1996. *Rhizoctonia* Bare Patch of Cereals. *Plant Disease*, 80: 965-971.

- Mathre, D.E., 1987. Compendium of barley diseases. 2nd Edition. APS Press, 90 p.
- Mazzola, M., 2007. Manipulation of rhizosphere bacterial communities to induce suppressive soils. *Journal of Nematology*, 39: 213–220.
- Mazzola, M., 2010. Management of resident soil microbial community structure and function to suppress soilborne disease development, pp. 200-218 In: M.P. Reynolds (ed.), *Climate Change and Crop Production*, 1, CABI Publishing, 312 p., doi: 10.1079/9781845936334.0200
- Mazzola, M., Johnson, T.E. and Cook, R.J., 1997. Influence of field burning and soil treatments on growth of wheat after Kentucky bluegrass, and effect of *Rhizoctonia cerealis* on bluegrass emergence and growth. *Plant Pathology*, 46: 708-715.
- Nicholson, F., Kindred, D., Bhogal A., Roques, S., Kerley, J., Twining, S., 2014. Straw incorporation review. Research Review No. 81. Agric. Hortic. Dev. Board, 1-74.
- Ogoshi, A. (1987). Ecology and Pathogenicity of Anastomosis and Intraspecific Groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn. *Annual Review of Phytopathology*, 25(1): 125-143.
- Ogoshi A, Cook R.J., Bassett E.N. (1990). *Rhizoctonia* species and anastomosis groups causing root rot of wheat and barley in the Pacific Northwest. *Phytopathology*, 80: 784-8.
- Özer, G., İmren, M., Bozoğlu T., & Dababat A. (2021). First Report of *Rhizoctonia solani* AG 2-1 on Roots of Wheat in Kazakhstan. *Plant Disease*, 105(11): 3744.
- Parmeter, J.R. (1970). *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. American Phytopathological Society. Symposium of *Rhizoctonia solani* held at the Miami meeting of the Society, 255 p.
- Paulitz, T.C., Schroedder, K.L., Schillinger, W.F., 2010. Soilborne pathogens of cereals in an irrigated cropping system: Effect of tillage, residue management, and crop rotation. *Plant Disease*, 94: 61–68.
- Pitt, D., 1964. Studies on sharp eyespot disease of cereals II. Viability of sclerotia: persistence of the causal fungus, *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annals of Applied Biology*, 54: 231-240.
- Prew, R.D., Ashby, J.E., Bacon, E.T.G., Christian, D.G., Gutteridge, R.J., Jenkyn, J.F., Powell, W. & Todd, A.D. 1995. Effects of incorporating or burning straw, and of different cultivation systems, on winter wheat grown on two soil types, 1985-91. *The Journal of Agricultural Science*, 124(2): 173-194.
- Roberts, F.A. & Sivasithamparam, K. (1986). Identity and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. associated with bare patch disease of cereals at a field site in Western Australia. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 92:185-195.
- Roy, R.N., Finck, A., Blair, G.J., Tandon, H.L.S., 2006. Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin*, 16, 368 p.
- Schroeder, K.L. and Paulitz, T.C., 2008. Effect of Inoculum Density and Soil Tillage on the Development and Severity of *Rhizoctonia* Root Rot. *Phytopathology*, 98: 304-314.
- Schroeder, K.L., Shetty, K.K., & Paulitz, T.C., 2011. Survey of *Rhizoctonia* spp. from wheat soils in the U.S. and determination of pathogenicity on wheat and barley. *Phytopathology*, 101: 161.
- Shen, R.F., Brookes, P.C., Powlson, D.S., 1997. Effect of long-term straw incorporation on soil microbial biomass and C and N dynamics. *Pedosphere*, 7, 297–302.
- Singh, G., Kaur, K. and Meetei, T.T., 2021. Effect of in stubble burning on physico chemical properties of soil, yield and environmental qualities. *The Pharma Innovation Journal*, 2021; 10(5): 298-305.
- Singh, R.P., Manchanda, G., Maurya, I.K., Maheshwari, N.K., Tiwari, P.K., Rai, A.K., 2019. *Streptomyces* from rotten wheat straw endowed the high plant growth potential traits and agro-active compounds. *Biocatalysis Agricultural Biotechnology*, 17: 507–513. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.01.014>

- Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S.M., Dijst, G. (1996). *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control, 578 p.
- Sturrock, C.J., Woodhall, J., Brown, M., Walker, C., Mooney, S.J. & Ray, R.V. (2015). Effects of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2-1 on roots of wheat and oil seed rape quantified using X-ray Computed Tomography and real-time PCR. *Frontiers in Plant Science*, 6: 461.
- Su, Y., Yu, M., Xi, H., Lv, J., Ma, Z., Kou, C. and Shen, A., 2020. Soil microbial community shifts with long-term of different straw return in wheat-corn rotation system. *Scientific Reports*, 10: 1-10.
- Tardy, V., Chabbi, A., Charrier, X., de Berranger, C., Reignier, T., Dequiedt, S., Faivre-Primot, C., Terrat, S., Ranjard, L., Maron, P.A., 2015. Land use history shifts *in situ* fungal and bacterial successions following wheat straw input into the soil. *PLoS ONE*, 10(6): 1-17.
- Thurston, H.D., 1992. Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems. Routledge Taylor & Francis Group, 279 p.
- Vatchev, T.D., 2004. The impact of soil biota and crop management practices on soil-borne plant pathogens and diseases in agricultural systems. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 10: 71-87.
- Wan et al., 2021. Effects of long-term straw return on soil organic carbon fractions and enzyme activities in a double-cropped rice paddy in South China.
- Wei Z, Friman VP, Pommier T, Geisen S, Jousset A, Shen Q., 2020. Rhizosphere immunity: targeting the underground for sustainable plant health management. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 7: 317–28. Doi: 10.15302/J-FASE-2020346
- Weise, M.V., 1987. Compendium of wheat diseases, 2nd ed., St Paul, MN, USA, APS Press, American Phytopathological Society, 112 p.
- Yang, H., Ma, J., Rong, Z., Zeng, D., Wang, Y., Hu S., Ye, W. & Zheng, X., 2019. Wheat straw return influences nitrogen-cycling and pathogen associated soil microbiota in a wheat-soybean rotation system. *Frontiers in Microbiology*, 10: 1-14.
- Yu, C., Li, Y., Mo, R., Deng, W., Zhu, Z., Liu, D. & Hu., X., 2020. Effects of long-term straw retention on soil microorganisms under a rice–wheat cropping system. *Archives of Microbiology*, 202: 1915-1927.
- Zadoks, J.C., 2013. Crop protection in medieval agriculture: Studies in pre-modern organic agriculture. Sidestone Press, Leiden, 333 pp.
- Zhang P, Wei T, Jia Z, Han Q, Ren X, et al. (2014) Effects of Straw Incorporation on Soil Organic Matter and Soil Water-Stable Aggregates Content in Semiarid Regions of Northwest China. *PLoS ONE* 9(3): e92839. doi:10.1371/journal.pone.0092839.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИНТЕГРИРАЩА ИЗМЕРВАТЕЛНА СИСТЕМА ЗА ЦЕЛИТЕ НА ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ

Свилен Стоянов¹, Десислава Михайлова¹, Аспарух Атанасов¹, Христо Стоянов²,
Стелияна Христова³

¹ДТК-Добрич, ТУ-Варна, ²ДЗИ, Г. Тошево, ³ИПАЗР Никола Пушкиarov
e-mail: svilen.stoyanov@tu-varna.bg, desislava.mihaylova@tu-varna.bg,
asparuh.atanasov@tu-varna.bg, hpstoyanov@abv.bg, stelityhristowa@abv.bg

Резюме

В настоящия доклад е направен опит за интегриране на измервателна апаратура в полеви условия, с цел изследване на важни по основни групи параметри в прецизното земеделие. Изследвана е възможността за измерване на механични сили и моменти, параметри на околната среда, почва, географски координати, както и параметри и коефициенти за определяне на вегетацията на растенията.

Направени са няколко изследвания в ДЗИ Г. Тошево, в периода 2021-2022г., които доказват функционалността и работоспособността на измервателната система. Получените резултати са представени в табличен и графичен вид, извършена е статистическа обработка и са направени съответните изводи.

Ключови думи: вегетационни коефициенти, измерване, измервателен преобразувател, почвена плътност, прецизно земеделие.

RESEARCH OF AN INTEGRATING MEASUREMENT SYSTEM FOR PRECISION AGRICULTURE PURPOSES

Svilen Stoyanov¹, Desislava Mihaylova¹, Asparuh Atanasov¹, Hristo Stoyanov²,
Steliana Hristova³

¹Dobrudzha College of Technology, Technical University of Varna, ²Dobrudja Agricultural Institute, ³Institute 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, hpstoyanov@abv.bg, stelityhristowa@abv.bg

Abstract

The current paper presents an experimental set, integrated in field conditions in order to observe a couple of parameters, separated in groups, important in view of the application of the precision agriculture principles. Within the scope of this investigation is to provision measuring of mechanical forces and torques, environmental parameters, parameters of soil, geographical coordinates, as well as parameters and coefficients determining plant vegetation.

Several on-field tests have been carried out at DZI General Toshevo, during the period 2021-2022, which prove the functionality and operability of the measuring system. The obtained results are presented in tables and graphics, statistical post-processing is performed and relevant conclusions are drawn.

Key words: measurement, measuring transducer, precision farming, soil density, vegetation coefficients.

Въведение

Изследването на множество параметри в прецизното земеделие винаги е поставяло на преден план разработване на измервателна система с общ захранващ модул. Това е необходимо, тъй като апаратурите работят предимно в полеви условия на различни захранващи напрежения и всяка измервателна апаратура си има съответните изисквания към качеството на захранващото напрежение.

В този случай гарантирането на устойчиво захранване е от първостепенно значение, тъй като измервателните апаратури с големи коефициенти на усилване и са силно чувствителни към смущения в захранването, така наречените брумове. Използването на захранващите системи на машините е нежелателно, тъй като точно в измервателните трактове могат да попаднат такива смущаващи напрежения от запалителната система на машината. Всяко проникване на такива смущаващи напрежения силно влошава точността и повторемостта на получените резултати. Освен това много от съвременните машини имат достатъчно системи и защиты и включването на консуматори от типа инвертори не е желателно, тъй като това пък от друга страна може да предизвика смущения при работата на борд-компютъра на машината и други чувствителни модули. Инверторът също може да повлияе и на чувствителни измервателни модули, поради факта, че в повишаващия трансформатор се индуцира високо захранващо напрежение, което се управлява от симисторни ключове [Bachiyski S, 2013].

Поставена е задачата за разработване на система за измерване на важни в прецизното земеделие параметри с общ независим захранващ модул, удовлетворяващ изискванията на регистриращите, измервателни и преобразователни модули по отношение на качество на захранващото напрежение и достатъчна продължителност на работа.

Обект за изследване, методи.

Измервателната система се състои от захранваща и измервателна част.

Проектирана е за измерване на 5 групи параметри:

- силови – механични сили и моменти
- параметри на околната среда
- параметри на почвата
- географски координати
- параметри за определяне на вегетацията на растенията

Блок-схемата на измервателната система е показана на фиг.1.

Основен елемент на захранващата част е акумулаторът. За извършване на измервания и заряд на батерии е достатъчен модел тип LAVA модел PS8-12 параметри:12V,-9Ah, Initial Current 2,7A.. Той може да обезпечи консумация на ток от порядъка на $0,8 \div 0,85A$ в рамките на един работен ден. При необходимост от допълнителен заряд на акумулаторите на дрона е необходимо използването на акумулатор с по-голям капацитет. Зареждането на акумулатора контрола на заряда се осъществява от автоматичен захранващ модул – модел MWCC01A с вграден контролер за определяне на зарядното напрежение, моментно състояние и времето за заряд. При достигане на оптималните за акумулатора параметри, зарядното устройство се изключва автоматично. Индикаторът за заряд – модел BC6-12 показва състоянието на акумулаторната батерия по време на работа и своевременно сигнализира при достигане на критични стойности.



Фигура 1. Блок-схема на измервателна система

Напрежението от акумулатора се подава на инвертор – модел HL300, който осъществява преобразуване на постоянното напрежение 12V в променливо напрежение 220V, 50 Hz, тип модифицирана синусоида.

Измервателната част се състои от няколко модула, като всеки от модулите има собствени токоизправителни и филтърни системи (не са показани на блок-схемата).

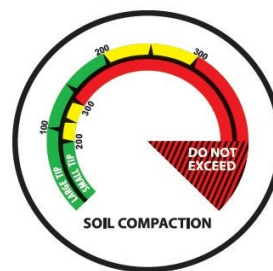
За измерване на механични сили и моменти е разработена интегрираща измервателна система, собствена конструкция. Подробно е разгледана в [Stoyanov, 2022]. Възможностите и включват освен измерване на теглителните параметри на машините и измерване на сили и моменти на огъване на стъблата на растенията, което ще бъде реализирано на един следващ етап.

Измерването на параметрите на околната среда се извършва с микропроцесорна измервателна система, модел SH800-фиг.2 [sigma-tech, 2022]. Използват се 2 комплекта датчици – за измерване на температура, абсолютна и относителна влажност на въздуха и на почвата. Последните се вкарват в почвата на дълбочина 70mm. Системата има вграден контролер и може да работи в два режима: суха и мокра фаза. Визуализират се посредством вградения софтуер: абсолютна влажност в диапазона $0,05 \div 6600 \text{ gr./m}^3$ и относителна влажност 2-100%.

За измерване на почвената плътност се използва механичен пенетрометър – модел –Wile-SCT-04082020 [Wile, 2022]. Измерванията се извършват по ASAE S313.3 стандарт. Пенетрометърът има 2 режима на работа (ниска и висока почвена плътност), които се задават със смяна на крайниците с диаметри $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ инча (12,7mm и 19,1mm). Всеки режим има собствена скала на индикатора - (фиг.3).



Фигура 2. Измервателна система



Фигура 3. Индикаторна скала

Измерванията се осъществяват на предварително фиксирани дълбочини 3" (7,62 см); 6" (15,24 см); 9" (22,86 см); 12" (30,48 см); 15" (38,10 см) и 18" (45,72 см). Желателно е сериите измервания да са на фиксирани дълбочини. Получените резултати на дисплея на пенетрометъра са в PSI (фунт на квадратен инч). Преобразуването им в европейски измервателни единици може да се извърши с онлайн калкулатори за налягане или по формули - например в kgf/cm^2 – (1)

$$P = P_i * f_{kg} / l_{cm}^2 \quad (1)$$

където P_i – показание на пенетрометъра

$f_{kg} = 0,451265$ – корекционен коефициент – фунт - килограм

$l_{cm} = 2,54$ - корекционен коефициент – инч – сантиметър

Аналогично могат да се извършат преобразувания в P_a , MPa, Bar и други измервателни единици за налягане.

За определяне тенденциите на вегетацията при растенията е използвана система състояща се от безпилотен летателен апарат (БПЛА) DJI Mavic 2 Pro с вградена камера с резолюция 20 MP 1" и CMOS сензорна матрица Hasseblad L1D-20 [Dji, 2022]. БПЛА се характеризира с максимално полетно време от 31 минути. Към БПЛА е добавена камера MAPIR Survey 3W [Mapir, 2022] (RGN, NDVI) със сензорна матрица Sony Exmor R IMX117 - 12 MP фиг.4. Определянето на вегетационните индекси се извършва на базата на получените изображения с програмата Pix4Dmapper [pix4d, 2022].

За определяне на географските координати се използват сензорните системи на БПЛА за навигация и специализиран софтуер.



Фигура 4. БПЛА при излитане

Резултати и обсъждане

1. Определяне на агрометеорологични параметри.

Агрометеорологичните параметри са измерени в района на Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево (фиг. 5) в 2 полета - Табл.1 – август 2022г. Получените данни от другите полета са идентични и не са показани. За измерване на параметрите на почвата сензорите бяха поставени на максимална дълбочина от 75 mm.



Фигура 5. Измервания на поле

Таблица 1. Измерени агрометеорологичните параметри

Местоположение	Параметри - околна среда				Параметри - почва	
	Температура [°C]	Влажност %	Скорост на вятъра [m/s]	Осветеност Lux	Температура [°C]	Влажност %
Поле грах ИПС гр. Г.Тошево	29,6	45	1,4	1760	27,9	44,5
Поле фасул	29,6	45	1,4	1760	28,8	44,6

2. Определяне на почвената плътност

Определянето на почвената плътност (фиг.6) се извърши на дълбочина 6 инча (15,24 cm) за първото поле и 3 инча (7,62 cm) за останалите полета. Използван бе накрайник 19,8 mm, който отговаря на разширената скала на измервателния прибор. Измерванията бяха в границите 25÷350 PSI. В изследваните полета липсваха участъци със силно уплътнение на почвения слой – над 400 PSI, попадащи в критичната червена зона на плътност. Получените резултати са дадени в таблица 2. Преобразуваните резултати в kgf/cm² са дадени в таблица 3.



Фигура 6. Почвена плътност

Таблица 2. Получени резултати – почвена плътност в PSI

Местоположение	Опит №									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поле грах	100	150	100	175	25	140	150	150	100	80
Поле фасул	250	200	175	300	175	100	120	150	300	120
Поле фасул двуфазно прибиране	300	250	100	150	100	275	225	250	250	350
Поле слънчоглед	100	200	100	125	200	50	250	100	200	225
Поле царевица	300	225	150	250	150	275	350	200	175	150

Таблица 3. Получени резултати – почвена плътност в kgf/cm²

Местоположение	Опит №									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поле грах	7.031	10.55	7.031	12.3	1.758	9.843	10.55	10.55	7.031	5.625
Поле фасул	17.58	14.06	12.3	21.09	12.3	7.031	8.437	10.55	21.09	8.437
Поле фасул двуфазно прибир.	21.09	17.58	7.031	10.55	7.031	19.33	15.82	17.58	17.58	24.61
Поле слънчоглед	7.031	14.06	7.031	8.788	14.06	3.515	17.58	7.031	14.06	15.82
Поле царевица	21.09	15.82	10.55	17.58	10.55	19.33	24.61	14.06	12.3	10.55

Получените резултати от измерванията показват и дават възможност да бъдат диференцирани различните посеви по отношение на влиянието на дадена технология върху уплътняването на почвения слой.

Най-силно уплътняване на почвата се наблюдава при фасул, отглеждан по технология с двуфазно прибиране. Подобни стойности са нормални тъй като по време на процесите на прибиране, множеството ходове на различни машини за покосяване, прибиране на откосите и вършеене и транспортната техника са причина са силно притъпкване на горния почвен слой, особено при наличие на по-голямо количество влага по време на прибирането.

Най-ниски стойности са получени за полетата с грах и слънчоглед. Стойностите при граха също са нормални, тъй като културата развива добра коренова система, по време на вегетацията практически няма ходове на машини, а прибирането е монофазно със зърнокомбайн. Освен това, грахът освобождава полето на ранен етап, което предотвратява последващо уплътняване.

Слънчогледът по време на измерванията все още не е прибран, поради което стойностите също са нормално ниски. Това се дължи на неколкостепенните окопавания по време на вегетацията, които не позволяват преуплътняване на междуредието.

При царевицата стойностите също са нормално високи, тъй като поради особеностите на технологията е проведено само едно окопаване.

3. Статистическа обработка

Извършена е статистическа обработка на получените експериментални данни [Mihaylov, 2020]. Определени са:

- a_{imax} - максимална стойност на почвената плътност в съответното поле
- a_{imin} - минимална стойност на почвената плътност в съответното поле
- R_i - размах на резултатите
- a_{cp} - средно аритметична стойност –математическо очакване

$$a_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$$

- σ - средно квадратично отклон. – дисперсия на изследването

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta a_i^2}{n-1}}$$

- $\bar{\sigma}$ - средно квадратична грешка на средната стойност

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta a_i^2}{n(n-1)}}$$

- $a_{\sigma max}$, $a_{\sigma min}$ – вероятностни граници на база дисперсия на изследването
- a_{0max} , a_{0min} - интервал $[a_{cp} - 3\bar{\sigma}, a_{cp} + 3\bar{\sigma}]$ с вероятност 0,996
- n – брой опити в една извадка

Таблица 3. Статистически резултати

Местоположение	Статистически резултати									
	a _{imax}	a _{imin}	$\bar{\sigma}$	R _i	a _{cp}	σ	$\bar{\sigma}$	a _{σmax}	a _{σmin}	a _{0max}
Поле грах	175	25	150	117	44.547	14.087	161.547	72.453	159.261	74.739
Поле фасул	300	100	200	189	72.908	23.055	261.908	116.092	258.166	119.834
Поле фасул двуф. пр.	350	100	250	225	83.333	26.352	308.333	141.667	304.057	145.943
Поле слънчоглед	250	50	200	155	67.495	21.344	222.495	87.505	219.031	90.969
Поле царевица	350	150	200	222.5	70.168	22.189	292.668	152.332	289.068	155.932

4. Определяне на вегетационните коефициенти.

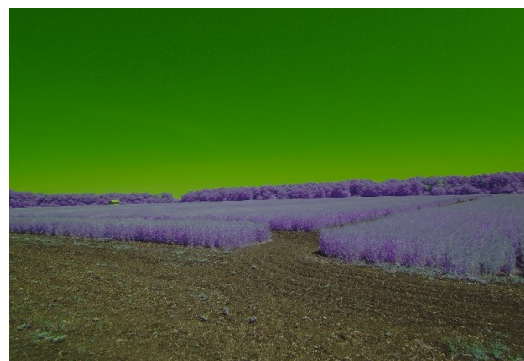
Изследването е проведено в рамките на опитно поле на Добруджански земеделски институт, с. Петлешково, община Генерал Тошево (43.657963, 28.023110).

За изследване на тенденциите при изменение на вегетационните процеси при зимна пшеница е използвана фотограмметрия. Посредством заснемане на цялото поле с поредица от снимки (в изследваната зона от около 20 хектара) заснети от височина 100м. Броя на снимките зависи от зададеното презастъпване на снимките, което е минимум 70% и варира до 90%. За конкретната площ и височина на полета спрямо процента на презастъпване варират от 400 до 600 броя.

Поради ограничение на времето за полет, максималната площ на облитане до изчерпване на батерията е около 25 хектара. Това налага необходимостта от смяна на батерията или нейното презареждане, за което е необходимо да се използва акумулатор с инвертор на напрежение. Това би увеличило площта, която е възможно да се заснеме с няколко излитания. На фигурите са дадени снимки RGB -(фиг.7) и NIR камери - фиг.8.



Фигура 7. RGB камера

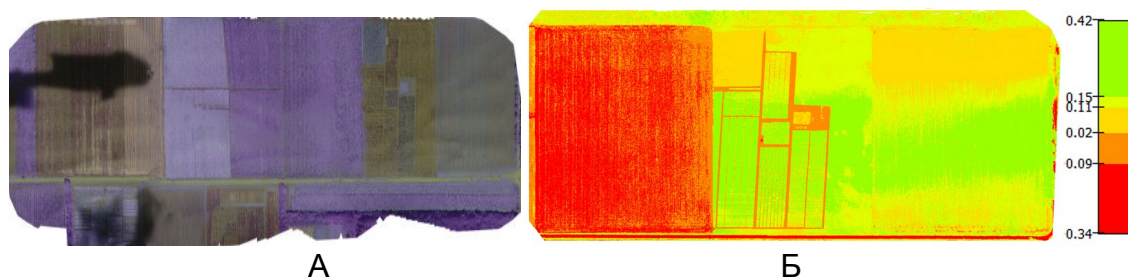


Фигура 8. NIR камера

При полетите е установено, че максималното полетно време не надвишава 20 минути. Това произтича от факта, че БПЛА носи втора камера с маса от 200гр. при маса на дрона от 900гр.

Извършено е увеличаване на наблюдаваната зона, чрез 3 последователни полета на застъпващите зони. Посредством кацане и смяната на батерията е постигнато облитане на площ от 120 хектара.

От получената отражателна карта, фиг.9А, е получена карта на отражението на цялата площ в NIR спектъра и на базата на стойностите на цветовете е генериран NDVI вегетационен индекс - фиг.9Б.



Фигура 9. Обработката на снимките от трите полета-А, NDVI индекс на част от зоната-Б

Оценени са получените грешки в координатите при определяне на геолокацията на парцела. Минималната и максималната грешка представляват интервали на грешки в геолокацията между -1,5 и 1,5 пъти максималната точност на всички изображения. Колоните X, Y, Z показват процент изображения с грешки в геолокацията в рамките на предварително зададените интервали за грешки. Грешката в геолокацията е разликата между първоначалното и изчисленото изображение по позиции. При измерването тя варира между $1.2 \div 1.5\%$ по X, Y, Z

таблица 5. Трябва да се има предвид, че грешките в геолокацията на изображението не съответстват на точността на наблюдаваните 3D точки.

Резултатите от измерванията са представени в таблици 4 и 5.

Таблица 4. Relative camera position and orientation uncertainties

	X [m]	Y [m]	Z [m]	ω [degree]	ψ [degree]	χ [degree]
Mean	0.144	0.142	0.265	0.126	0.146	0.059
Sigma	0.193	0.229	0.250	0.389	0.359	0.255

Където:

- Sigma - стандартното отклонение на грешката във всяка посока;
- Mean – базова стойност на несигурност на позицията;
- ω , ψ , χ , - грешките по трите оси в ъглите, представляващи относителна несигурност на абсолютните позиции на камерата, определящи точността на позицията на координатите върху генерираната карта на полето;
- X, Y, Z - Средна несигурност в посока на абсолютните позиции на камерата.

Таблица 5. Абсолютна вариация на геолокацията

Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-15.00	0.00	0.00	0.00
-15.00	-12.00	0.00	0.00	0.00
-12.00	-9.00	0.00	0.00	0.00
-9.00	-6.00	0.40	0.00	0.00
-6.00	-3.00	1.98	3.36	1.38
-3.00	0.00	44.66	45.45	48.22
0.00	3.00	51.38	50.59	50.20
3.00	6.00	1.58	0.59	0.20
6.00	9.00	0.00	0.00	0.00
9.00	12.00	0.00	0.00	0.00
12.00	15.00	0.00	0.00	0.00
15.00	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.000050	0.000027	-0.001211
Sigma [m]		1.503449	1.275852	1.422455
RMS Error [m]		1.503449	1.275852	1.422456

Климатичните условия измерени на опитното поле през 2021г. са показани на таблица 6.

Таблица 6. Климатични условия

index/date	Air temperature [°C]	Wind speed [m/s]	Wind direction	Humidity [%]	Sunlight [w/m ³]
07.05.2021	23	6,7	South	54	143,2
14.05.2021	19	6,2	South	73	200,5
24.05. 2021	25	5,2	Nord	45	224
30.05. 2021	23	4,7	West	46	262
05.06. 2021	22	3,4	Nord	45	170,9
14.06. 2021	19	1	West	60	163,4
25.06. 2021	30	4,1	Nord west	62	140,9
30.06. 2021	24	5	South	89	130,2
09.07. 2021	28	5,1	Nord west	62	200,7
18.07. 2021	31	1	Nord	51	143
26.07. 2021	30	0	Nord east	39	158,7

Заклучение

Разработената измервателна система позволява точна оценка на важни за земеделските производители величини. Съществено предимство на измервателната система е независимото хранване на всички модули, което от своя страна допринася за изключване на грешките, породени от нестабилни хранващи напрежения и гарантиране на устойчива повтораемост на резултатите. Системата ще намери основно приложение при изготвяне на комплексни оценки за развитието на растенията на съответните етапи и прогнозиране на бъдещото им развитие за определен период.

Благодарности: „Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП11/2022г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет “.

Литература

- [1] 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, 2013, ISSN 1311-3321, pp.102-105.
- [2]. Radko Mihailov, Svilen Stoyanov, „Precision Agriculture“, Manual for laboratory exercises, 2020,TU-Varna
- [3] Svilen Stoyanov, Desislava Mihaylova, “Investigation of forces and moments in precision agriculture with the help of strain-resistance integrating measuring period transducer”, Proceedings of the scientific forum with international participation “Ecology and agrotechnologies – Fundamental science and practical realization”, ISSAPP N. Puchkarov, Volume3, pp. 148-156, Sofia, 2022, ISSN 2683-0663 (online).
- [4] <https://www.wile.fi/en/other-moisture-meters/wile-penetrometer/>
- [5] <https://www.sigma-tech.org/eng/products>
- [6] <https://www.dji.com/en/mavic-2>
- [7] <https://www.mapir.camera/collections/survey3/products/survey3w-camera-red-green-n>
- [8] <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software>

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ХИДРАВЛИЧНИ СИМУЛАЦИОННИ МОДЕЛИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА НАПОИТЕЛНИ КАНАЛИ

APPLICATION OF HYDRAULIC SIMULATION MODELS FOR STUDYING IRRIGATION CANALS

Магдалина Вълкова

"Напоителни системи" ЕАД
e-mail: magdalina_zaharieva@abv.bg

Summary

In order to study irrigation systems, as well as to develop effective scenarios for management and operation in already built and operating facilities, it is appropriate to use computer models. Their use is also appropriate for adapting to ever changing operational conditions. Application of hydraulic simulation models gives an opportunity to identify problems without changing the physical parameters and without disturbing canal operation, as well as assessing the effectiveness of the proposed solutions. In the recent years, a number of computer programs have been developed to model flows in the rivers and open canals. This article reviews the features and scope of three models - CANALMAN, SIC and HEC RAS. Several model applications for studying irrigation canals performance have been presented.

Увод

Намирането и прилагането на най-благоприятните решения за разпределението на водните ресурси за задоволяване непрекъснато растящите потребности от вода за питейни нужди, хидроенергетика и напояване, е един от най- съществените проблеми в управлението на водите.

Основно въздействието от изменението на климата в Европа върху водните ресурси се наблюдава в Средиземноморския басейн, Северозападна Европа и планинските райони. За района, обхващащ басейна на Средиземно море, където попада и Р. България, повишаването на средните температури и намаляването на водните ресурси може да увеличи уязвимостта към засушаване, горски пожари и горещи вълни [ЕЕА, 2011, FAO].

За да отговори на глобалните предизвикателства, свързани с производството на храни от сектора земеделие, Европа, вкл. и България, трябва да се стреми към увеличаване на производството им при по-ефективно използване на ресурсите.

В миналото хидромелиоративният сектор е бил основен за аграрния отрасъл на Р. България, свидетелство за което е наличният хидромелиоративен фонд. През втората половина на 20-ти век в страната са изградени 236 напоителните системи, предимно с открити канали. В края на 80-те години на миналия век в страната има изградени почти 1,2 млн. ха поливни площи, представляващи 29% от обработваемата земя и набавящи 50% от селскостопанската продукция. След 1990 г. напояването в България бележи спад. Предвид възрастта на съоръженията, строени и въведени в експлоатация през 60-те и 70-те години на миналия век, същите понастоящем са силно амортизирани и необходимостта от рехабилитацията и обновяването им е все по-належаща. Те са проектирани и строени за широкомащабно земеделие, което в годините след 1990 г., след постепенното реструктуриране на държавните земеделски стопанства в частни, претърпява промяна.

Съгласно РМС № 512/19.07.2000г, което отразява резултатите от извършеното преброяване през 2000 г, годните за напояване площи в Р. България възлизат на 5 417 467 дка. Актуализиране на тези данни до момента не е осъществявано, но факт е, че процентът на напояваните площи в страната ежегодно намалява, като последица от състоянието на съоръженията за доставка на вода за напояване, разпокъсаното разположение на отделните потребители и големия процент на загуби на вода. В някои системи, за нормалното им функциониране и осигуряване на вода, чрез съществуващите гравитачни връзки, в каналите следва да бъде осигурено наличието на постоянно водно количество, често за отклонения, командно разположени спрямо съответното съоръжение, за да бъде възможна доставката на водни маси дори до един- единствен водоползвател. [Ministry of Agriculture, 2016; Patamanska 2012].

Поддръжката и експлоатацията на съоръженията, формата и начините, по които се регламентират и реализират същите, са част от държавната политика в сектора.

Целта на настоящата статия е да се представят съвременни методи и средства, чрез които може да се оцени *експлоатационния капацитет* на съществуващите открити канали, както и да се търсят възможности за подобряване действието им с оглед адаптация към променените понастоящем условия на работа.

Основни подходи за моделиране на процесите в откритите напоителни канали

Хидравличното моделиране може да се раздели най-общо на експериментално или физическо и числено моделиране. Физическото моделиране на потока предполага изграждането на модел, който е мащабиран. Физическите хидравлични модели винаги са тридименсионални.

За изучаване на поведението на напоителните системи, както и изследване на различните възможни сценарии на управлението им при вече изградени и работещи съоръжения, е подходящо използването на числените хидравлични модели. С тяхна помощ е възможно да бъдат идентифицирани проблемите в експлоатацията, без да се променят физическите параметри и да се нарушава работата на каналите, както и да се оцени ефективността на предлаганите решения за подобряване на действието на съществуващи канали. Изследването на различни алтернативи, които използват в по-голяма степен възможностите на съществуващата напоителна инфраструктура, позволява да се минимизират разходите за подобрения.

Числените модели могат да бъдат еднодименсионални, двуменсионални или тридименсионални и в последните години се прилагат чрез симулации с компютър.

Основни уравнения

Течението в откритите канали на напоителната система се променя пространствено (стационарно състояние) или както пространствено, така и във времето (нестационарно състояние). И двете състояния съществуват в експлоатационни условия при провеждането на водни маси от открита канална мрежа. Нестационарен режим на течението, възниква, когато се променят водните количества в канала и представлява най-общият случай на движение. Стационарен режим на течението в открит канал се достига, когато въздействието, вследствие на промените на водните количества стане пренебрежимо малко [Stantchev, 1974].

Изследване поведението на потока при безнапорни течения, какъвто е случая с каналите от напоителната система, е свързано с прилагането на сложни математически модели. Считана за най-точен модел, описващ динамичното поведение на потока в открити канали, е системата уравнения на Сен- Венан (1871). Тя представлява две частни диференциални уравнения, изведени от законите за

съхранение на импулса и масата, при приемането, че потокът е еднодименсиален, вертикалните ускорения са пренебрежимо малки, сечението на канала и хидравличните параметри в разглеждания интервал са постоянни и няма странични отклонения или съоръжения.

Първото от уравненията на Сен-Венан, известно като уравнение на непрекъснатостта, е уравнението за съхранение масата на потока:

$$\frac{\partial A(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial Q(x,t)}{\partial x} = 0$$

Второто уравнение е за съхранение на импулса (запазване на количеството движение):

$$\frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{Q^2(x,t)}{A(x,t)} \right] + gA(x,t) \left(\frac{\partial Y(x,t)}{\partial x} + S_f(x,t) - S_b(x) \right) = 0$$

където $A(x,t)$ е площта на намокреното сечение, m^2 , $Q(x,t)$ е водното количество в m^3/s , $V(x,t)$ е средната скорост в m/s , $Y(x,t)$ е дълбочината на водата, m , $S_f(x,t)$ е наклон на триене (m/m), $S_b(x)$ е наклон на леглото в (m/m) и g е земното ускорение, m/s^2 .

Наклонът на триене S_f се представя с уравнението на Манинг за съпротивление на потока:

$$S_f = \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{3/4}},$$

$$R = A/P$$

където n е коефициент на Манинг ($sm^{-1/3}$), R е хидравличен радиус (m), P е намокрения периметър. [Subramanya, 2009; Ferreira, Fernandes, Gomes, 2017; Litrico, Fromion, 2009].

За намирането на решение на системата частни диференциални уравнения на Сен-Венан се въвеждат начални и гранични условия.

Началните условия са свързани със задаване в началото на изчисленията, при $t=0$, на водното количество $Q(x,0)$ и дълбочината $Y(x,0)$ за всички точки по дължината на разглеждания интервал $x \in (0,L)$.

В зависимост от характеристиките на течението в канала се дефинират и различни гранични условия. Ако течението е подкритично, за получаване на решение на уравненията са необходими две гранични условия – едно в началото и едно в края на участъка. Най-често се дефинира зависимост за една от хидравличните променливи в началото и в края на всеки изчислителен участък.

Ако течението е свръх критично, е необходимо дефинирането на две гранични условия в началото на участъка.

За междинни случаи, когато течението е отчасти под критично, отчасти свръх критично, могат да бъдат дефинирани едно, две, или три гранични условия, в зависимост от конкретната ситуация [Litrico, Fromion, 2009].

Уравненията на Сан –Венан са неприложими, когато по някаква причина - наличие на щитове, преливници и други съоръжения по трасето на канала, потокът се прекъсва. Наличието на такива съоръжения се приема като наличие на вътрешни

граници. Те се моделират с връзката между променливите на потока, изведена от теоремата на Бернули.

Системата частни диференциални уравнения на Сен-Венан няма аналитично решение. За решаването ѝ се прилагат различни подходи. Първоначално са търсени графични решения, които в днешно време почти не се използват. Навлизането на компютрите създаде условия за развитието и прилагането на числени методи, даващи възможност за точно решаване на уравненията на Сен-Венан. Всеки от тях има своите предимства и недостатъци от гледна точка на сходимост, устойчивост, точност и ефективност.

За първи път Stoker (1957) прилага **метода на крайните разлики** за намиране на числено решение на системата на Сен-Венан. След това са разработени значителен брой други числени схеми: метод на характеристиките, разнообразни варианти на методите на крайните разлики, както и схеми на крайните елементи.

Популярен числен метод за решение на уравненията на Сан-Венан, който предоставя възможност за получаване на по-точно решение е **метода на характеристиките**. При него уравненията първоначално се преобразуват в характеристична форма и след това се решават чрез схема на крайните разлики. Макар че този метод е бил известен още през 60-те години на миналия век, той не се предпочита за прилагане, тъй като при него дефинирането на граничните условия е затруднено поради променливата стъпка по време.

Методите на крайните разлики се използват най-често при еднодименсиалните модели. Тези схеми са базирани на принципа на превръщане на диференциалните уравнения в алгебрични изрази чрез трансформиране на производните в крайни разлики, така че двете неизвестни хидравлични променливи в дадена точка в края на времевия интервал се изразяват чрез известните им стойности в началото му. Най-общо тези схеми са с точност от първи или втори ред и изчисленията са лесни и относително бързи. Прилагат се две схеми на крайните разлики: **явна и неявна схема**.

При явната схема, частните производни се заместват с крайни разлики, така че неизвестните условия в края на времевия интервал се изразяват чрез известните в началото му. Решението не зависи от други стойности в интервала, като се използва само едно уравнение за оценка на променливите за една стъпка по време. Явната схема е лесна за прилагане, но устойчивостта на решението зависи от големината на стъпката по време. Устойчивост се осигурява чрез избор на изчислителните стъпки от условието на Курант:

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{V \pm c}$$

където Δt е изчислителна стъпка по време, Δx е изчислителна стъпка по дължина и C е скоростта на вълната.

Този алгоритъм има предимства при симулация на резки пикове и ударни вълни, поради работата с малка стъпка от време. От друга страна, поради малката стъпка по време при симулация на продължителни процеси в канални системи, при изчисленията се натрупва грешка.

При неявната схема, апроксимацията с крайни разлики за пространствените производни е по отношение на неизвестните променливи и получените алгебричните уравнения за цялата система се решават едновременно за всяка стъпка от време. Такова решение изисква голям обем изчисления, но позволява използването на по-големи стъпки по време и резултатите са по-устойчиви [Litrico, Fromion, 2009; Chaudhry 2014]. Основно предимство на неявния метод е, че няма

ограничения на стъпката по време. Условието на Курант не се прилага, но приемането на много големи стъпки по време може да доведе до неточност в решението.

Първата неявна изчислителна схема е разработена от Preissmann (1960). Оттогава различни автори са предлагали и се прилагат разнообразни числени схеми, но схемата на Preissmann е възприета като най-добрата.

Хидравлични симулационни модели

В последните 30 години бяха създадени голямо разнообразие от компютърни програми, предназначени за моделиране на течения в реки и открити канали.- CANALMAN, DUFLOW, CARIMA, MODIS USM, SIC, ISIS, MIKE, HEC RAS, BRANCH и др. Тези модели основно се различават по големината на системата открити канали, обект на моделирането, и по типовете течения, които могат да бъдат симулирани. Преди да бъде използван, всеки от тези компютърни модели следва да бъде валидиран и калибриран.

Моделът **CANALMAN (Canal Management)** е разработен от Department of Biological and Irrigation Engineering, Utah State University, USA. Той е хидравличен модел, предназначен за симулиране на нестационарен поток в разклонена система канали с трапецовидно напречно сечение. Течението в каналите е разделено от хидротехнически съоръжения като щитове, бентове и др.

CANALMAN решава пълните уравнения на Сен-Венан по неявна схема. Моделът може директно да симулира течение по цялото трасе на каналната система, включително в разклоненията. Максималният брой на каналните участъци е 40 с до 20 изпускателни съоръжения, 4 разклонения и 9 линейни съоръжения в участък. Моделът не може да симулира канали, захранвани от няколко водоизточника, както и бързо-изменящо се течение, обратни течения при регулиращи съоръжения, хидравличен скок или свръх-критичен поток.

Моделът CANALMAN е оценяван заедно с други модели: USM, MODIS, DUFLOW и CARIMA от Комисията по изпитванията на хидравлични модели на American Society of Civil Engineers (ASCE) и е определен като изключително точен. Предимство в сравнение с останалите модели е, че при него е възможно симулацията да започне при сухо легло, което позволява да бъде прилаган при симулиране на течението в малки и средни канали от напоятелната система, към които не се подава непрекъснато вода

CANALMAN е използван за моделиране на напоятелни канали в Pesavar, Pakistan, Right Bank Main Canal system of the Kangsabati project, West Bengal, India, за определяни на грапавината и калибрационни параметри на канали от "Track 4" settlement scheme in Ippologama AGA division, Sri Lanka, проект за напояване Lam Nam Oon и Huai Aeng, North Thailand и др. [Khan, 2006].

Моделът **SIC (Simulation and Integration of Control for Canals)** е разработен от CEMAGREF, понастоящем IRSTEA (Institute for Research in Science and Technology for Environment and Agriculture), Франция. Основното му предназначение е за изследване на хидравличното поведение на главните и второстепенни канали от открит мрежа напоятелни канали или реки. Моделът се състои от три модула (TALWEG, FLUVIA и SIRENE), които могат да работят самостоятелно или последователно. Първият модул TALWEG се използва за създаване на файловете с данни за топографията и геометрията на канала, които да бъдат използвани при изчисленията на стационарен и нестационарен режим на течението. В тази част се въвеждат и проверяват данни, получени от топографско изследване на канала или от проектната документация. Вторият модул FLUVIA се използва за изчисления на стационарен поток в канала. В резултат се получава профил на свободната водна повърхност за всяка комбинация на водните количества или състоянието на

течението в провеждащите канали и преградните съоръжения. С този модул е възможно определяне на необходимите условия в провеждащите канали и регулиращите съоръжения за изпълнение на даден план за разпределение на водата при поддържане на необходимата дълбочина пред преградните съоръжения. Третата част SIRENE се използва за моделиране на нестационарен поток в канала. С нея се тестват различни планове на водоразпределение и операции с щитове и други хидротехнически съоръжения (ръчни или автоматични). Този модул се стартира след моделиране на стационарен режим на течението в канала. Най-доброто решение за реализиране на нов план за разпределение на водата се подбира сред няколко възможности. Ефективността на водоразпределението се оценява по няколко показателя, вградени в програмата.

Моделът SIC е прилаган в над 30 държави по света за различни напоителни системи: Kirindi Oya Right Bank Main Canal, и Uda Walawe, Sri Lanka, Primahal Distributary at the Lower Gugera Canal, Punjab; Chasmah Right Bank Main Canal Pakistan, Canal de la Neste, Canal de Gignac, Canal de Provence, France, Maricopa Stanfield Irrigation District, USA; Canal de La Begonia, Canal Alto del Yaqui, Canal de Delicias, Mexico и др. [Malaterre, 1990]

Моделът **HEC RAS** е разработен от US Department of Defense, Army Corps of Engineers за моделиране на движението на водата в реки или система от открити канали. Програмата моделира едно- и двудименсиален поток за мрежа от естествени речни легла и канали. Компонентите на провеждания от програмата хидравличен анализ са: изчисления на водния профил в стационарно състояние; едно- или двудименсионални симулации на потока в канала в нестационарно състояние; изчисления за квази- или напълно нестационарно движение на наноси в граничните участъци; анализ на качеството на водата. Всички компоненти използват общи геометрични данни, както и стандартни геометрични и хидравлични изчислителни процедури. В допълнение към компонентите за анализ, системата съдържа и няколко възможности за хидравлично оразмеряване, които могат да се използват веднага след изчисление на профилите на водната повърхност.

Основните изчисления при стационарното течение са базирани на решението на еднодименсиалното уравнение за енергията. Загубите на енергия се оценяват чрез триенето и свиването (разширението). Уравнението за съхранение на инерцията може да бъде използвано в случаите, когато водната повърхност се променя бързо – при хидравличен скок, при изчисление на мостове или при изчисление на профилите при сливане на реки. За нестационарен поток, моделът решава пълните уравнения на Сен- Венан по неявна схема на крайните разлики.

HEC-RAS има възможност да моделира мрежа от канали, разклонена схема или единичен участък, като се допуска използването на сложни форми на напречното сечение, както за открити, така и за закрита канална мрежа. Програмата може да моделира подкритичен, свръхкритичен и смесен режим на течението, заедно с мостове, водостоци, преливници и др.

Много полезно качество на програмата е възможността за графично представяне на резултатите. За нуждите на проектирането е възможно прилагането на алтернативни подходи, които могат да бъдат лесно оценени чрез опцията за сравнение на различните комбинации от геометрия на канала и водни количества. Възможно е поместването на GIS карти и въздушни снимки с оглед представянето на реалистични изображения на каналите или геометрични данни за съоръженията.

Моделът е използван за анализ на водоразпределението в канали от напоителна система Lower Rio Grande Valley, Texas, USA; за анализ на хидравличните параметри на East Branch of the California Aqueduct; при моделиране на потока на подземни води в басейна на р. Tuul, Mongolia, за симулиране на хидравличните параметри в напоителна система Doroodzan, Iran и канал Moghan, Iran; при

определяне капацитета на главен канал Thiba, Mwea Irrigation Scheme, Kenya и др. [US Army Corps of Engineers, HEC, 2016].

Приложение на симулационните модели за изследване на напоителни канали

Съществуват различни приложения на хидравличните симулационни модели за анализ на действието на напоителните канали при установено управление, доставка и графици. Компютърното моделиране дава възможност за изследване на течението в напоителните канали, развитие на стратегии за контрол и експлоатация, препроектиране и рехабилитация на съществуващи канали, проучвания за промени в графика на водоподаване към разпределителните канали, изследвания за необходимост от въвеждане на буферен водоизточник в напоителната система и др.

Моделиране е прилагано при решаването на различни проблеми по експлоатацията и управлението на напоителни канали. В зависимост от възможностите на избрания модел, той се използва самостоятелно или съвместно с друг. Пример за съвместното приложение на моделите CanalMan и SIC е проектирането на дълбоководен канал Pehur, което се извършва паралелно с препроектиране на разклоненията Machai и Maira, North-West Frontier Province, Pakistan. Компютърният модел SIC е приложен на етап проектиране за изчисление на хидравличните параметри, грапини, евентуално отлагане на наноси и стабилността на течението при промяна в скоростта, както и дълбочината на водния поток във всеки участък с оглед доставяне на необходимите водни количества с достатъчен запас. Включването в проекта на автоматизирани устройства за контрол на водното ниво е наложило добавянето на подходящ софтуер за моделирането им. С помощта на модела CanalMan е изследвано подобреното управление на щитовете по трасето на канала чрез пълното им затваряне през нощта с оглед пестенето на вода.

Предвид възможностите му за хидравлично моделиране на реки и канали, HEC RAS е прилаган в редица държави по света при проектирането, управлението и създаването на стратегии за повишаване капацитета на каналите, доставящи водни маси. В напоителна система Cressy-Longford Irrigation Scheme, North Eastern Tasmania, моделиране с HEC RAS е използвано за определяне максималният капацитет на системата и на ограниченията, произхождащи от необходимостта да бъде гарантирано, че всяко повишение на водните количества ще бъде безпрепятствено отведено извън системата към прилежащи естествени водни течения. В резултат от моделирането е установено, че системата не се използва с пълен капацитет и тя може безпроблемно да провежда значително по-големи дебити [Barton, 2008].

Заклучение

Понастоящем често прилаганите симулационни модели на канали са обновени, прилагат ефективни числени алгоритми и имат интерфейс, базиран на масово използвания Windows. Такива инструменти вече са широко използвани в напояването за решаване на редица инженерни задачи при планиране, проектиране, управление и експлоатация на напоителни системи. В сферата на напояването, хидравличните симулационни модели се използват главно за анализ на възможностите за провеждане и разпределение на водни маси от напоителните системи, за изследване на ефективността и ефикасността на различните им начини на действие. Получаваните резултати дават ясна представа за хидравличното поведение на съоръженията по трасето на канала. Те служат като основа за обосноваване и разработване на ефективни варианти и сценарии за управление и експлоатация на каналите, чрез които да се минимизират загубите на вода и

енергия, да се осигури безпрепятствено провеждане на необходимите водни количества с оглед ефективното използване на водата и удължаване на експлоатационния живот на съоръженията [Hussain, Shakir, Khan, 2013].

Литература

- Application of HEC RAS to Hydraulic Modelling of an Irrigation Scheme to Determine Potential for Capacity Increase, J.E. Sargison, A.F. Barton, Engineers Australia, 9th National Conference on Hydraulics in Water Engineering Darwin Convention Centre, Australia 23-26 September 2008;
- Chaudhry, M. H. 2014. Applied Hydraulic Transients, Third Edition. Springer New York Heidelberg Dordrecht London;
- HEC-RAS River Analysis System User's Manual, Version 5.0, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, February 2016;
<http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/en>;
- Hussain M. Shakir A.S. Khan N. M. 2013. Steady and Unsteady Simulation of Lower Bari Doab Canal using SIC Model, Pak. J. Engg. & Appl. Sci. Vol. 12, Jan, ISSN: 1995-1302, pp. 60-72;
- Khan M. Z., Investigation of Optimal Operation Strategies for Irrigation Systems, PHD Thesis, UET Taxila, Pakistan, July 2006;
- Litrico X.V.Fromion, 2009. Modeling and Control of Hydrosystems, Ch. 2;
- Pierre-Olivier Malaterre, 1990, <http://www.canari.free.fr/sic/sicgb.htm>;
- Subramanya K. Flow in open channels, Department of Civil Engineering Indian Institute of Technology Kanpur, 2009;
- Verification of Saint- Venant equations solution based on the lax diffusive method for flow routing in natural channels, Danieli Mara Ferreira, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes, Julio Gomes, Brazilian Journal of Water Resources, Porto Alverde, v. 22, e25, 2017;
- Аграрен доклад 2016
<http://www.mzh.government.bg/mzh/bg/Documents/AgrarenDoklad.aspx>;
- Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в Република България през 2009 г. (издание 2011г.)
<http://eea.government.bg/bg/soer/2009/3quality/1climate>
- Обща стратегия за управление и развитие на хидромелиорациите и защита от въздействие на водите
<http://www.mzh.government.bg/MZH/bg/Documents/programs.aspx>
- Патаманска Г., Промяна на съществуващите напоителните системи в България и управлението им за устойчиво използване на водата, сп. Водно дело, бр. 5/6, 2012г.
- Станчев Ст., Хидравлика, Техника, София 1974

ЗНАЧЕНИЕ НА ПОЧВЕНАТА БИОТА ЗА ЗЕМЕДЕЛИЕТО (обзорен доклад)

Йонита Перфанова, Христо Вълчовски

*Селскостопанска академия, ИПАЗР „Н. Пушкиров“
Отдел „Физика, ерозия и почвена биота“
e-mail: h_valchovski@abv.bg*

Резюме

Почвата е хабитат на една четвърт от всички организми на Земята. В един кавратен метър почва има огромно многообразие от хиляди видове: бактерии, микроскопични гъби, нематоди, дъждовни червеи, микроартроподи, протозои, енхитраиди и други почвени организми. Те имат важно значение за функциите на почвата. Почвеното биоразнообразие е екзистенциален компонент за плодородие в селското стопанство. Почвената биота има както директен, така и индиректен ефект върху почвената екосистема. Кръговрата на органични съединения, натрупването на хумус, структурата на почвата, почвообразуването, ерозията, достъпността на хранителни елементи за растенията и много други процеси са повлияни от популациите на почвените организми.

Ключови думи: бактерии, гъби, земни червеи, биоразнообразие, почва.

IMPORTANCE OF SOIL BIOTA FOR AGRICULTURE (review paper)

Jonita Perfanova, Hristo Valchovski

*Agricultural Academy, ISSAPP “N. Pushkarov”
department: Soil physics, erosion and soil biota
e-mail: h_valchovski@abv.bg*

Abstract

Soil is the habitat of one fourth of all living species on Earth. In one square meter of soil there is a huge variety of thousands of species: bacteria, microscopic fungi, nematodes, earthworms, microarthropods, protists, enchytraeids and other soil organisms. They have an important impact on soil functions. Soil biodiversity is an existential component for fertility in agriculture. Soil biota has both a direct and indirect effect on the soil ecosystem. The decomposition of organic compounds, the accumulation of humus, soil structure, soil formation, erosion, accessibility of nutrients readily available for plants and many other processes have been influenced by the populations of soil organisms.

Въведение

Почвената биота функционално се разделя на три функционални групи: химични инженери, екосистемни инженери и биологични регулатори (Turbe et al. 2010).

Химични инженери са бактериите и микроскопичните гъби. Те основно са отговорни за трансформацията и разлагането на органичната материя. Бактериите са едноклетъчни прокариотни организми, които се характеризират с изключително

многообразие. В един грам почва могат да бъдат открити около 10 000 бактериални вида (Torsvik, Ovreas et al. 2002). До сега едва 1% от прокариотните видове са изучени. Бактериалната биомаса в почви от умерените ширини може да достигне 1-2t/ha (Killham, 1994). Микроскопичните гъби в почвата, които са изучени са около 80 000 вида, счита се че общия им брой е 1 500 000 (Hawksworth 1991). Те формират дълги нишки мицел в почвата, до 200 метра в един грам почва (Bardgett, 2005).

Биологичните регулатори са енхитраидите, нематодите, протистите и микроартроподите. Те са отговорни за регулирането на популациите на други почвени организми чрез хищничество и паразитизъм. Енхитраиди са микроскопични червеи с размери от 1 до 50 мм. Едва забележими с просто око, обикновено бели на цвят. Те се хранят основно с бактерии, микроскопични гъби и органична материя. Предпочитат кисели почви с висока почвена влажност. Протисти или още известни като протозои са едноклетъчни еукариотни организми. Те са микроскопични по размери (10 до 50 микрометра). В един грам почва числеността им може да достигне до 1 000 000 индивиди. Нематодите са микроскопични червеи с размери от 0.5 до 1 мм. До сега са открити 80 000 вида, като се смята че наброят над 500000 таксона (Bongers and Bongers, 1998). Представяват разнообразна група, хранеща се с микроскопични водорасли от почвата, бактерии и гъби. Сред нематодите има редица паразити и неприятели по растенията. Микроартроподите са малки безгръбначни организми с твърд екзоскелет. Към тази група се причисляват колемболите и акарите. Наброяват повече от 1 000 000 вида. Основно са хищници и паразити.

Екосистемните инженери са дъждовните червеи, мравките, изоподите, някои малки земни бозайници и термитите в тропическите почви. Те са отговорни за оструктуряването на почвата, формирането на канали, пори и агрегати в почвата. Дъждовните червеи формират основната част от биомасата на почвената биота (50-60%). Наброяват няколко хиляди вида групирани в 5 семейства. По размери силно варират - от няколко милиметра до 3 метра. Мравките са социални насекоми, които живеят в колонии. Наброяват над 12000 вида по света. Адаптирани са към всякакви типове хабитати и почви. Изоподите са разнообразна група от ракообразни организми. Наброяват над 10 000 вида. Най-известни от тях са мокриците. Малки бозайници с жизнен цикъл в почвата. Към тази група се причисляват ровещи бозайници като къртици, сляпо куче, някои видове полевки, мишки и др.

Резултати и обсъждане

Почвените организми имат важно значение за плодородието на почвата. Бактериите имат основно участие в разлагането на органичната материя и натрупването на хумус в почвата. Актиномицетите са грамположителни бактерии, които синтезират голям брой антибиотици и могат да разграждат редица токсични съединения (пестициди), които замърсяват почвата. (Turbé et al., 2010). Някои видове актиномицети имат важно значение за разграждането на труднодостъпните въглеродни съединения в почвата като лигнин и целулоза. Така например актиномицетите от род *Nocardia* могат да минерализират хумуса и по този начин намаляват плодородието в агроecosистемите (Zvyagintsev et al., 2005). Други актиномицети участват в разлагането на целулозата като например: *Streptomyces cellulosaе*, *Streptomyces violaceus*, *Micromonospora chalybeata* и др. (Vlahov and Ivanov, 1999).

Бактериите участващи в асимилацията на минералните форми на азот, нитрификацията, денитрификацията, азотфиксацията и амонификацията са в основата на почвеното плодородие. При ниски концентрации на азот в почвата микроорганизмите усвояват интензивно минерален азот, като по този начин го имобилизират в клетките си. Бактерии от родовете: *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*,

Clostridium и др. вземат активно участие в амонификацията. Нитрификацията се извършва от нитрозни (*Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* и др.) и нитратни (*Nitrobacter*, *Nitrospira* и др.) бактерии, като в резултат се натрупват нитрати, които са основното азотсъдържащо съединение, използвано от растенията. Денитрификацията протича при почви с влошен въздушен режим и висока почвена влажност. Микроорганизми от родовете: *Thiobacillus* и *Pseudomonas* редуцират нитратите до нитрити и в последствие до диазотен оксид и азот (Vlahov and Ivanov, 1999). Биологичната фиксация на азота се осъществява от свободно живеещи и от грудкови бактерии, които живеят в симбиоза с бобовите растения. Свободно живеещите азотфиксиращи бактерии се причисляват към родовете *Azotomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Clostridium* и др. Симбиотичните бактерии са от родовете – *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mezorhizobium*, *Bradyrhizobium* и др. (Zvyagintsev et al., 2005). За селското стопанство голямо значение имат грудковите бактерии от род *Rhizobium*. Средно те фиксират от 10 до 50 кг азот на декар (Kimenov, 2000).

Особена роля в разграждането на целулозата в обработваеми площи имат гъби от родовете: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Chaetomium*, *Botrytis*, *Myrothecium* и др. (Vlahov and Ivanov, 1999). Други видове микроскопични гъби участват в минерализацията на азотсъдържащи съединения. Основно това са представители на класовете: *Chitridiomycetes* и *Mucorales*. Важно значение за натрупването на хумус в почвата имат тъмнооцветените видове от родовете: *Ulocladium*, *Stemphylium*, *Cladosporium* и *Alternaria*. Микроскопичните гъби от последните два изброени рода имат способността да фиксират азота и по този начин увеличават почвеното плодородие. Някои видове гъби (*Verticillium*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Phoma* и др.) са патогенни и паразитират върху растителните тъкани, като по този начин намаляват добивите в агроecosистемите (Zvyagintsev et al., 2005).

Гъбите проявяват мутуалистични взаимоотношения с растенията, които се наричат микориза. Микоризата се среща при почти всички сухоземни растения. Една част от микоризните гъби формират асоциации с различни растения, докато други са видово специфични (Perotto et al., 1996). Микоризните гъби са многобройни, като се причисляват към класовете: *Glomeromycetes*, *Zygomycetes*, *Ascomycetes* и *Basidiomycetes*. Растенията, подпомагани от микоризните гъби получават вода и минерални елементи (N, P и др.), които растенията самостоятелно не могат да усвоят. Съществуват и микроскопични гъби, които играят роля на екосистемни „инженери“. Така например, някои видове синтезират гликопротеид, наречен гломалин, който има важна функция за агрегацията на почвените частици (Rillig, 2004).

Биологичните регулатори контролират числеността на популациите на бактериите и микроскопичните гъби. Тук основна роля имат микроартроподите, протистите и нематодите. Патогенни по селскостопански животни и неприятелни по редица растителни култури са част от нематодите. Те оказват негативен ефект както върху растениевъдството, така и върху животновъдството. Някои видове от биологичните регулатори могат заместват функциите на екосистемните инженери в почвата. Така например енхитраидите в силно кисели почви, където отсъстват дъждовни червеи оструктуряват почвата и влияят върху активността на почвените микроорганизми (Turbe et al., 2010).

Дъждовните червеи провокират бързото повишаване на активността на чревната микрофлора, която от своя страна разгражда погълнатото от почвата органично вещество. По време на преминаването през храносмилателния тракт на червеите намалява количеството на протозоите, нематодите, гъбите и др. в погълната почва. В копролитите и стените на каналите на лумбрицидите процесът продължава, тъй като те съдържат нужните хранителни ресурси за развитие на почвените микроорганизми, което води за кратък период от време до бърза

минерализация и увеличаване на достъпните форми на хранителни елементи за растенията. Червеите в зависимост от вида си могат да стимулират разлагането и минерализацията на органичната материя, което води до загуби на въглерод. В други случаи лумбрицидите могат да съхраняват въглерода в стабилни агрегати (хумус) и така да увеличават неговото количество в почвата (Brown et al., 2000). В резултат на специфичните взаимоотношения, протичащи между ризосферната и дрилосферната микрофлора се увеличава разпространението на грудковите бактерии в почвата. (Stephens et al., 1994). Това води до 100кратно увеличаване на грудките по корените на червена детелина (Thompson et al., 1993) и двойно увеличаване на добива от това растение в сравнение с почви без червеи (Doube et al., 1994c). Храносмилателният тракт на червеите е населяван от редица бактерии. В резултат от тяхната дейност червеите отделят екскременти, богати на амониум и фосфатни соли, които са важни за развитието на растенията. Копролитите са т.нар. “горещи точки”, съдържащи не само голямо количество микроорганизми, но и достъпни хранителни елементи за растенията (Turbé et al., 2010). Компостът (вермикомпост) създаден от дъждовните червеи в сравнение с почвата съдържа 5 пъти повече азот, 7 пъти повече фосфор и 11 пъти повече калий в усвояема форма за растенията (Cochran, 2002). Дъждовните червеи могат значително да увеличат водопропускливостта на почвата (Clements, 1982). Формирането на макропори и канали с различна големина позволява на водата да се придвижи надолу по почвения профил и осигурява на растенията по-продължително усвояими водни ресурси (Bardgett et al., 2001). Червеите от сем. Lumbricidae влияят позитивно в едни случаи или негативно в други случаи върху ерозионните процеси. Тунелите, прокопавани от дъждовните червеи спомагат за по-добрата инфилтрация на водата в почвата (Roth and Joschko, 1991) и имат важно значение при проливни дъждове, които са съществен фактор при водната ерозия (Horr, 1946). Елиминирането на популацията на дъждовните червеи може да доведе до намаляване до 92% на инфилтрацията на водата (Clements, 1982). Също така активността на анесик червеите има значение за активизиране на ерозионни процеси, тъй като те се хранят с растителни остатъци на повърхността на почвата като ги издърпват в тунелите си. По този начин се намалява покривката от растителни остатъци, която предпазва почвата от ерозия (Darwin, 1881; Binet and Le Bayon, 1999).

Отдел „Физика, ерозия и почвена биота“ при ИПАЗР „Н. Пушкиров“ провежда изследвания, свързани с влиянието на почвената биота върху земеделието. В лаборатория „Микробиология на почвата“ са изолирани голям брой симбиотични азотфиксиращи бактерии при голям брой бобови култури - соя, зелен фасул, грах, нахут, фъстъци, люцерна, папуда, леща и др. и са подбрани ефективни двойки сорт растение-грудкови бактерии. Проучва се влиянието на земните червеи върху ерозията, физични и агрохимични свойства на почвата. Изследва се биоразнообразието на бактерии, микроскопични гъби и дъждовни червеи.

Заклучение

Почвените организми оказват комплексно влияние върху редица процеси в земеделието. Важно е да бъдат по-подробно проучени взаимодействията на отделните представители на почвената биота в агроecosистемите. Това би позволило ефективното прилагане на биологично земеделие и получаването на екологично чиста продукция.

Литература

Bardgett R.D., J.M. Anderson, (2001). The influence of soil biodiversity on hydrological pathways and the transfer of materials between terrestrial and aquatic ecosystems. *Ecosystems* 4(5), pp. 421-429.

- Binet F. and R.C. Le Bayon, (1999). Space-time dynamics in situ of earthworm casts under temperate cultivated soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 31, pp. 85-93.
- Bongers, T. and M. Bongers (1998). "Functional diversity of nematodes." *Applied Soil Ecology*, 10(3): 239-251.
- Brown G.G., D. Trejo and L. Lara, (2000). Interacción entre lombrices de tierra (*Pontoscolex coretzrus*) y hongos micorrízicos arbusculares en la nutrición y producción del pasto *Brachiaria deculzbens*. In: Alarcón A., R.Ferrera-Cerrato (Eds.), *Ecología, fisiología e biotecnología de la micorriza arbuscular*, Mundi Prensa, Mexico, D.F., Mexico, pp. 16-38.
- Clements R.O., (1982). Some consequences of large and frequent pesticide applications to grassland. In: Lee K.E., (ed.) *Proceedings of the Third Australian Conference on Grassland Invertebrate Ecology*. Adelaide: South Australia Government Printer. pp.393-396.
- Cochran S., (2002). Vermicomposting – Composting with worms! *Educational resources. University of Nebraska Cooperative Extension in Lancaster County*, pp. 97-107.
- Darwin C.H., (1881). *The formation of vegetable mould through the action of worms*. J. Murray, London, 326 pp.
- Doube B.M., M.H. Ryder, C.W. Davoren and P.M. Stephens, (1994c). Enhanced root nodulation of subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) by *Rhizobium trifolii* in the presence of the earthworm *Aporrectodea trapezoides*. *Biology and Fertility of Soils* 18, pp. 169-174.
- Hawksworth D.L., (1991). The Fungal Dimension of Biodiversity - Magnitude, Significance, and Conservation. *Mycological Research* 95, pp. 641-655.
- Hopp H., (1946). Earthworms fight erosion. *Soil Conservation*, 11, pp. 252-254.
- Killham K., (1994). *Soil Ecology*. Cambridge University Press, pp. 242.
- Kimenov G., (2000). Plant physiology, Bulvest, pp. 554.
- Perotto S., E. Actis Perino, J. Perugini and P. Bonfante, (1996). Molecular diversity of fungi from ericoid mycorrhizal roots. *Molecular Ecology* 5(1), 123-131.
- Rillig M.C., (2004). Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation. *Canadian Journal of Soil Science* 84(4), pp. 355-363.
- Roth C.H. and M. Joschko, (1991). A note on the reduction of runoff from crusted soils by earthworm burrows and artificial channels. *Z. Pflanz and Bodenkunde*, 154, pp. 101-105.
- Stephens P.M., C.W. Davoren, M.H. Ryder, B.M. Doube and R.L. Correll, (1994). Field evidence for reduced severity of rhizoctonia bare-patch disease of wheat, due to the presence of the earthworms *A. rosea* and *A. trapezoides*. *Soil Biology and Biochemistry*, 26, pp. 1495–1500.
- Thompson L., C.D. Thomas, J.M.A. Radley, S. Williamson and J.H. Lawton, (1993). The effect of earthworms and snails in a simple plant community. *Oecologia* 95, pp. 171-178.
- Torsvik V., L. Ovreas and T.F. Thingstad, (2002). Prokaryotic diversity - Magnitude, dynamics, and controlling factors. *Science* 296(5570), pp. 1064-1066.
- Turbé A., A. Toni, P. Benito, P. Lavelle, N. Ruiz, W.H. Van der Putten, E. Labouze and S. Mudgal, (2010). *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO, Report for European Commission (DG Environment), p. 250.
- Vlahov S. and A. Ivanov (1999). Microbiology. Sofia university edition, "St. Kl. Ohridski", pp. 495.
- Zviagintsev D.G., I.P. Babeva and G.M. Zenova (2005). *Soil biology Moscow university edition*, pp. 445.

АНАЛИЗ СТАНДАРТНОЙ И ИНОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

П. И. Осадчук¹, К. А. Шейда Голбад¹, Т. А. Ревенюк¹, Д. А. Домущи²,
Ю. И. Енакиев³

¹Одесская национальная академия пищевых технологий (Одесса, Украина)

²Одесский государственный аграрный университет (Одесса, Украина)

³Институт по почвоведению, агротехнологии и защита на растенията
"Никола Пушкиров" (София, Болгария)

e-mail: petrosadchuk@ukr.net, d.domuschi@ukr.net, yenakiev@yahoo.co.uk

Резюме

В данной статье проведен системный анализ энергоемких технологий очистки растительных масел. Проанализирована эффективность использования энергии первичного топлива органического происхождения. Представлены сравнения показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел. Установлено, что инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше.

Ключевые слова: гидратация, фильтрация, растительное масло, электрическое поле, ультразвуковое поле.

ANALYSIS OF STANDARD AND INNOVATIVE ENERGY TECHNOLOGIES FOR PURIFICATION OF VEGETABLE OILS

P. I. Osadchuk¹, K. A. Sheyda Golbad¹, T. A. Revenyuk¹, D. A. Domushchi²,
Y. I. Enakiev³

¹Odesa National Academy of Food Technologies (Odesa, Ukraine)

²Odesa State Agrarian University (Odesa, Ukraine)

³Nikola Poushkarov Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection
(Sofia, Bulgaria)

Resume

This article analyzes the quality of vegetable oils and their energy-intensive refining process. The hypotheses on which the innovative project for vegetable oil purification technologies is based are presented. A scheme for the purification of vegetable oils by physical methods is presented, which includes ultrasonic and electromagnetic equipment. The main differences between the innovative proposed idea and traditional methods for the purification of vegetable oils are discussed.

Key words: hydration, filtration, vegetable oil, electric field, ultrasonic field.

Введение

В энергетическом балансе экономики агропромышленный сектор занимает лидирующие позиции при крайне низкой эффективности использования ресурсов. Одним из энергоемких процессов в пищевой и перерабатывающей индустрии есть технологии очистки полученных растительных масел. Именно процесс удаления

сопутствующих веществ из масел растительного происхождения в значительной степени определяет, как качество готового продукта, так и затраты на энергетические ресурсы (Harutyunyan et al., 2004).

Актуальность

Для получения рафинированного растительного масла необходимо провести ряд технологических операций на соответствующем оборудовании. Наиболее распространенная схема состоит из первичной и вторичной очистки, которая в свою очередь, включает в себя операции: фильтрование, центрифугирование, гидратации, нейтрализации, дезодорации и отбеливания. Из-за сложности данного процесса и использования большого количества оборудования, в современных условиях, возникает проблема по снижению энергетических затрат поскольку материальные затраты на приобретение и производство энергоносителей увеличиваются с каждым годом. В условиях стабильного роста цен на энергоносители, в условиях энергетического кризиса эта проблема является актуальной.

Анализ литературных источников

Серьезный анализ энергоэкологических проблем в индустриально развитых странах проводится регулярно, собираются и систематизируются данные как об отдельных промышленных объектах, так и о состоянии окружающей среды в целом. В результате энергетических исследований сделан вывод, что совершенствование энерготехнологий очистки растительных масел связаны, в первую очередь, с сокращением этапов очистки. При этом в исследованиях кинетики удаления сопутствующих веществ в процессах: гидратации, нейтрализации, дезодорации, отбеливания и моделирование этих процессов, проблемы энергетических затрат процесса очистки, особенно для инновационных технологий, исследуются редко.

Цель исследований

Целью исследования является анализ энергетических затрат стандартных технологий очистки растительных масел и предлагаемой инновационной технологии на основе электрофизических интенсификаторов.

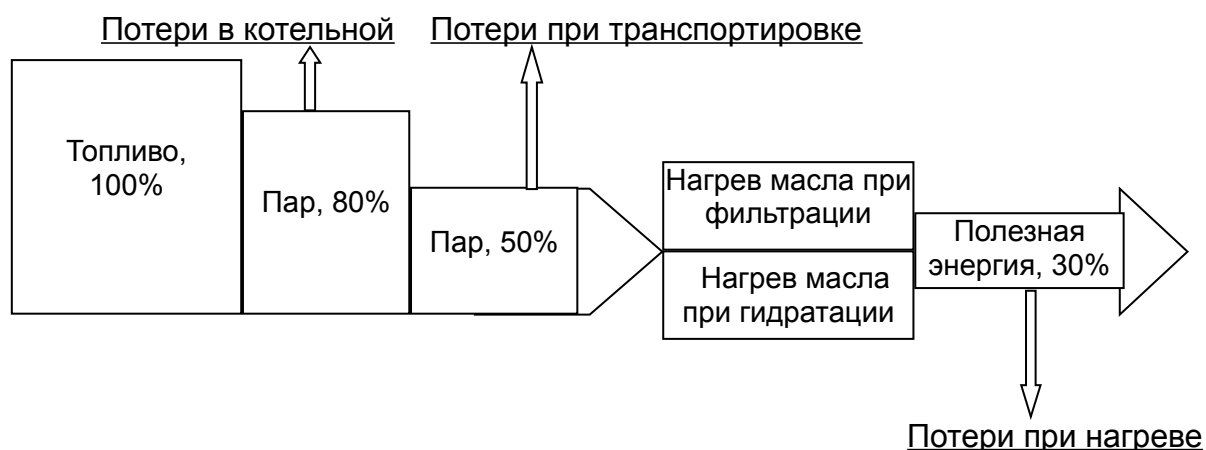
Результаты экспериментальных исследований

Среди факторов, формирующих качество растительных масел, различают сырье и технологию производства. Показатели качества одноименных масел тесно связаны со степенью их очистки. При оценке качества растительного масла по физико-химическим показателям наиболее важными являются: цветное число, кислотное число, массовая доля влаги и летучих веществ, массовая доля фосфорсодержащих веществ (Shirokova et al., 2007). Органолептические показатели значимы при определении типа и сырьевой принадлежности растительных масел, физические – при идентификации растительных масел, выявляют показатель преломления, вязкость, температуру застывания (Osadchuk et al., 2013).

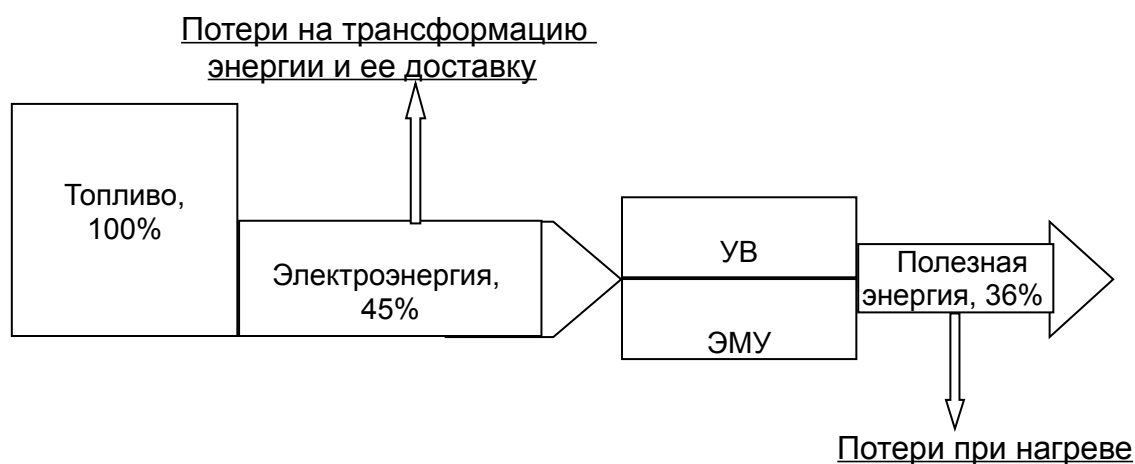
Исследования проводились на основе известных методов аналитического менеджмента. Такие положения справедливы для большинства пищевых производств. Однако при производстве растительных масел, а именно проведение процессов их очистки, используются энергоемкие операции, которые вносят различия в энергетический баланс (Golykh et al., 2011). Кроме того, при энергетических исследованиях таких производств возникает серьезная проблема выявить конкретное влияние каждой технологии очистки в общем балансе. Разработка таких инновационных проектов требует системного анализа всех элементов конверсии энергии в технологии (Abbasi et al., 2016).

Инновационные технологии, как правило, не используются в связи с высокой конструктивной сложностью и трудностью эксплуатации, или низкой производительностью (Chen, 2004). Традиционные технологии очистки растительных масел столкнулись с серьезными противоречиями. Задача исследования, высоких значений коэффициентов удаления сопутствующих веществ решается путем использования химических реагентов и увеличением расходов энергоносителей. Однако, увеличение расходов химических соединений приводит к пропорциональному росту затрат энергии на их удаление, что негативно влияет на себестоимость продукции (Осадчук and Bezbakh, 2021).

В соответствии с выдвинутой гипотезой методология энергетического менеджмента основана на системном анализе всей технологической цепочки «источник энергии – его трансформации в соответствующий вид энергии – распределительная цепь – оборудование». Рассмотрим традиционную схему для очистки масел с таких позиций, когда после фильтрования проводят процесс гидратации. Инновационное оборудование (ультразвуковая установка с фильтром, электромагнитный аппарат с гидрататором) используют электрическую энергию, а традиционные оборудования для фильтрации и гидратации – другие виды энергии. Предложенная методология позволяет провести объективное сравнение для этих схем. Анализ сводится к эффективности использования энергии первичного топлива органического происхождения. Расходы топлива приняты равными 100%. Подробно конверсия энергии топлива в элементах установок объясняется схемами (фиг. 1, 2).



Фиг. 1. Конверсия энергии в традиционной технологии очистки масла



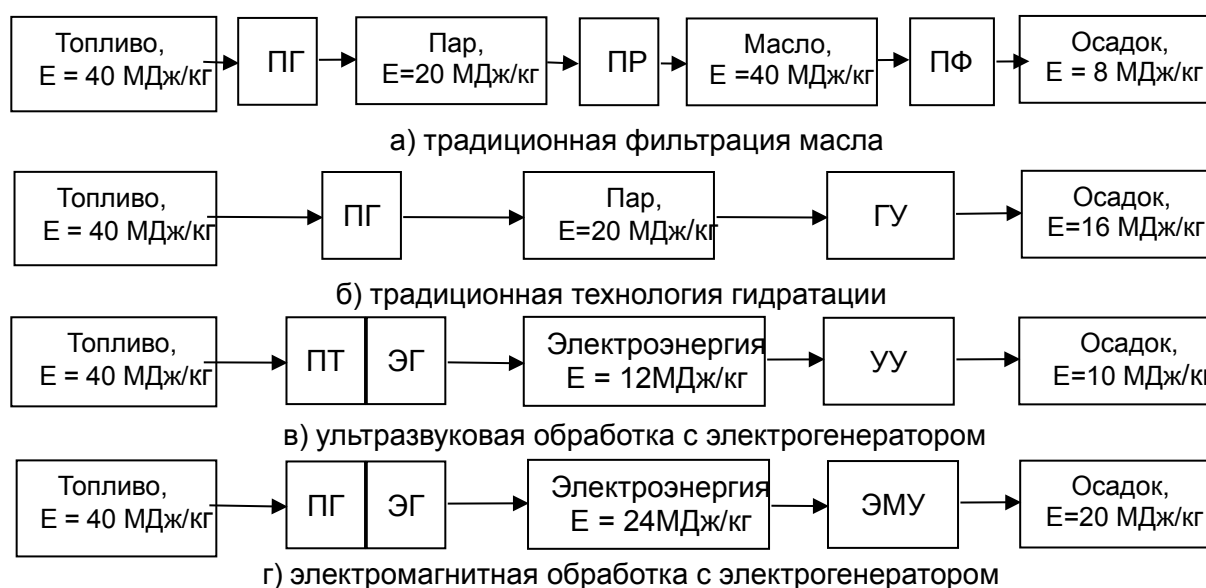
Фиг. 2. Конверсия энергии в инновационной технологии очистки масел

В схеме (фиг. 1) анализируется вариант, когда температура нагрева масла при фильтрации и гидратации одинаковы. В этом случае инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше (фиг. 2). При увеличении температуры нагрева (что характерно для практических задач), эффективность ультразвуковой и электромагнитной установок будет расти. Как правило, главным приоритетом является максимальное сохранение в готовом продукте пищевого потенциала сырья. В этом случае, традиционное оборудование не может конкурировать с предложенной схемой ультразвуковой и электромагнитной обработки.

Предлагаем оперировать в расчетах базовыми характеристиками источника энергии, например, топлива с теплотой сгорания 40 МДж/кг. На этой основе проведена оценка эффективности использования энергии в традиционных технологиях очистки масла и предложенных методов с использованием ультразвуковых и электромагнитных полей.

Результаты анализа приведены на фигуре 3, где приняты следующие обозначения:

- ПГ – парогенератор;
- ПР – паровая рубашка;
- ПФ – пресс-фильтр;
- ГУ – гидратационная установка;
- ПТ – паровая турбина;
- ЭГ – электрогенератор;
- УУ – ультразвуковая установка;
- ЭМУ – электромагнитная установка.



*Все параметры приведены в 1кг топлива.

Рис. 3. Конверсия энергии в технологиях очистки масла.

В расчетах принято: энергетический КПД преобразования топлива в электроэнергию на паротурбинных электростанциях 32%, а на газотурбинных 60%; КПД преобразования электрической энергии в ультразвуковых и электромагнитных камерах 75%.

Сравнение показателей энергоэффективности традиционных и предложенной технологии очистки растительных масел приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел

Энерготехнология	КУЭ, МДж/кг масло	J, МДж/кг н.э.	d_o , кг о/кг н.э.
Традиционная фильтрация	1,5 – 2	1,5 – 5	2 – 5
Фильтрация с использованием УЗ	0,7 – 0,9	3,5 – 5,5	6 – 8
Традиционная гидратация	1,2	3 – 8	3 – 6
Гидратация с ЭМП	0,8	3,5 – 5,5	3,5 – 7,5

*где, d_o = кг удаленного осадка/кг нефтяного эквивалента.

Значение d_o = 8 кг о/кг н. э. в настоящее время достигнуто при испытаниях фильтрационных аппаратов с УЗ. Визуально отмечено, что в кавитационной камере после обработки ультразвуковым полем создается «туманообразные» соединения (Osadchuk et al., 2020). Аппарат реализует процесс кавитации, это значительно снижает затраты энергии на нагрев продукта.

Можно достичь значительно больших значений d_o при четком согласовании мощности УЗ генераторов с характеристиками растительных масел. Проведенные оценки свидетельствуют о энергетическом и экономическом преимуществе предложенных аппаратов. Конечно, капитальные затраты на проектирование и изготовление таких аппаратов окажутся выше, чем у традиционных конструкций и требуют отдельных расчетов.

Заключение

1. Проведен системный анализ энергоемких технологий очистки растительных масел в ходе, которого выявлено, что традиционные технологии очистки растительных масел сталкиваются с серьезными противоречиями.

2. Проведен анализ эффективности использования энергии первичного топлива органического происхождения. Установлено, что инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше. При увеличении температуры нагрева (что характерно для практических задач), эффективность ультразвуковой и электромагнитной установок будет расти.

3. Представлены сравнения показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел. Проведенные оценки свидетельствуют о энергетическом и экономическом преимуществах предложенных аппаратов.

Литература

- 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.
- Chen. G. 2004. Electrochemical technologies in wastewater treatment. *Separation and Purification Technology*. № 38. 11-41.

- Golykh, R. N., V. N. Khmelev, S. S. Khmelev, R. V. Barsukov. 2011. Method for Calculation of Optimum Intensity of Cavitation Influence on Viscous and Fine-dispersed Liquid Media. *International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices. EDM'2011. Conference Proceedings*. Novosibirsk, NSTU, 245-250.
- Harutyunyan, N. S., E. P. Kornena, E. A. Nesterova. 2004. Refining oils and fats. Theoretical foundations, practice, technology, equipment. GIORO, 288.
- Osadchuk, P. I. 2020. Hydration of rapeseed oil using an electromagnetic field. *Proceeding book. IV-th International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress*, 488-494.
- Osadchuk, P. I., D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, S. N. Peretiaka, A. P. Lipin. 2020. Study of the effect of ultrasonic field in purifying sunflower oil. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (№2) 2020, 486-491.
- Osadchuk, P. I., I. V. Bezbakh. 2021. Engineering methods for calculating the hydration process during oil treatment with electromagnetic waves. *Collection of scientific papers, ONAKHT*. Issue 1, Volume 85. Odesa, Ukraine. 49-55.
- Shirokova, V. D., D. A. Babeykenoi, N. S. Selivanova, N. V. Magly. 2007. Fats and oils. Production, composition and properties, application. 752.

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАШИН ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЗВЕНА УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Д. А. Домущи¹, П. И. Осадчук², А. Д. Устуйанов¹,
Е. В. Молчанюк¹, Ю. И. Енакиев³

¹Одесский Государственный Аграрный Университет (Одесса, Украина)

²Одесский национальный технологический университет (Одесса, Украина)

³Институт почвоведения, агротехнологии и защиты растений
"Никола Пушкин", Сельскохозяйственная академия (София, Болгария)
e-mail: d.domuschi@ukr.net, petrosadchuk@ukr.net, a.ustuyaynov61@ukr.net,
yenkoiev@yahoo.co.uk

Резюме

Представлена вероятностная оценка состояния машин основного технологического звена уборочно-транспортного комплекса на уборке зерновых культур. Обоснованы показатели работы зерноуборочных комбайнов использованием аналитических зависимостей теории массового обслуживания и цепей Маркова. Вычислены характеристики надежности всех элементов технической системы, такой как зерноуборочный комбайн, от узлов, агрегатов до простейших деталей.

Ключевые слова: уборочно-транспортный комплекс, зерноуборочный комбайн, работоспособное состояние, технические отказы.

PROBABLE ASSESSMENT OF THE CONDITION OF MACHINERY FROM THE MAIN TECHNOLOGICAL UNIT OF THE HARVESTING AND TRANSPORTATION COMPLEX

D. A. Domushchi¹, P. I. Osadchuk², A. D. Ustuyaynov¹,
E. V. Molchanyuk¹, Y. I. Enakiev³

¹Odesa State Agrarian University (Odesa, Ukraine)

²Odesa National Technological University (Odesa, Ukraine)

³Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,
Agricultural Academy (Sofia, Bulgaria)

Resume

A probabilistic assessment of the condition of machines of the main technological unit of the harvester-transport complex for the harvesting of Cereal crops is presented. The main parameters of combine harvesters are justified using analytical dependencies with mass service theory and Markov chains. A methodology for determining probabilistic characteristics of the reliability of all elements of a grain harvester is presented.

Key words: harvesting and transport complex, combine harvester, working condition, technical failures.

Введение

Продолжительность уборки зерновых культур и величина эксплуатационных и энергетических затрат на уборку урожая зависит от наличия и состояния

зерноуборочных комбайнов (ЗК), транспортных средств (ТС), вспомогательной уборочной техники, организации работы уборочно-транспортных комплексов (УТК), погодных условий и других производственных факторов (Domuschi and Osadchuk, 2020).

Оценка эффективности использования техники УТК оценивается не только системой показателей эксплуатационных и энергетических затрат на уборку урожая (Domuschi et al., 2020), но и надежностью машин основного технологического звена УТК (Enakiev et al., 2016).

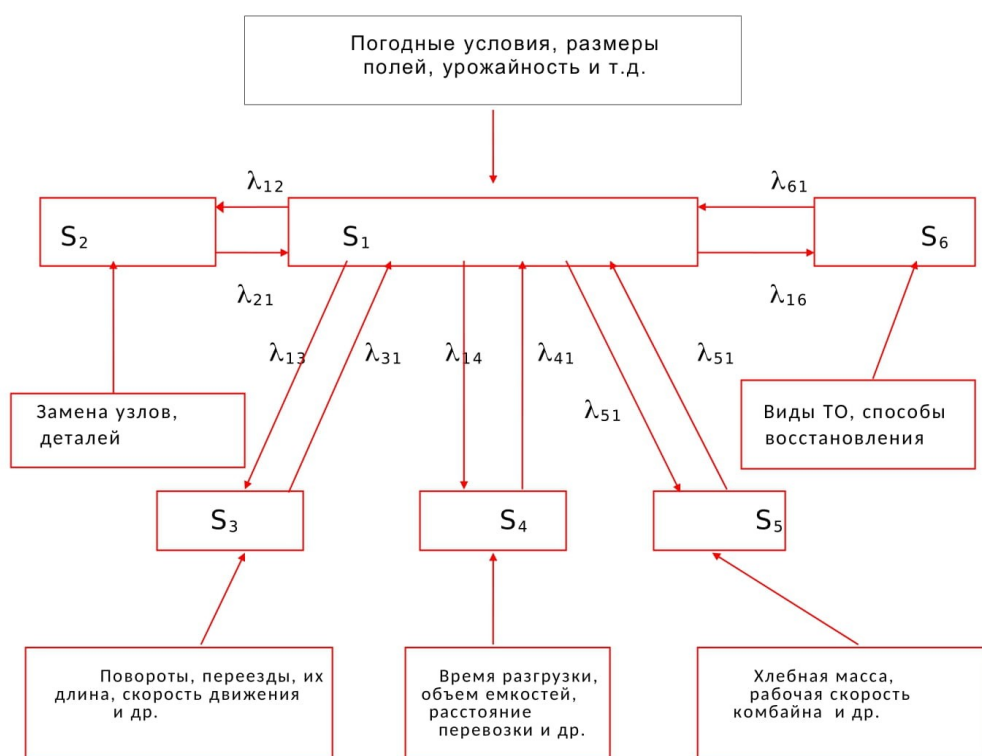
В системе основного технологического звена уборочно-транспортного комплекса работа зерноуборочных комбайнов является основополагающей, хотя не является независимой. Надежное функционирование зерноуборочных комбайнов обеспечивается системой взаимодействующих звеньев обслуживания процесса уборки.

Поэтому для обоснования показателей использования зерноуборочных комбайнов целесообразно использовать аналитические зависимости теории массового обслуживания и цепей Маркова (Wentzel, 1972).

Материалы и методы

Надежное функционирование машин технологических комплексов на уборке зерновых культур возможно при оптимальной структуре УТК. Обоснование структуры и состава технологических комплексов для уборки зерновых культур представлено в исследованиях (Mochulyak et al., 2020), но УТК также должен иметь высокую техническую надежность машин – ЗК основного технологического звена (Domuschi et al., 2021).

Рассмотрим ЗК как сложную систему, состояния которой представлены в таком виде (фиг. 1). Полагаем потоки событий, переводящие систему из состояния в состояние, простейшими.



Фиг. 1. Графы вероятностных состояний зерноуборочного комбайна и основные факторы, влияющие на них

В виду того, что потоки требований на обслуживание имеют случайный характер, а реализация требований на все виды обслуживания может осуществляться различными средствами, с различной интенсивностью, система эксплуатационного обеспечения надежности функционирования может быть отнесена к классу случайных (Sidorchuk et al., 2011).

В обслуживающую подсистему УТК поступает поток заявок, который характеризуется параметром интенсивности λ_{ij} , представляющим собой среднее число заявок в единицу времени. Период времени от начала обслуживания заявки до момента его завершения является временем обслуживания $t_{обс}$. Величину, обратную среднему времени обслуживания заявок, называют параметром обслуживания λ_{ij} .

В любой момент времени смены ЗК может находиться в одном из состояний: S_1 – комбайн исправен, работает в загоне; S_2 – неисправен, происходит устранение технических отказов; S_3 – совершает повороты, переезды; S_4 – проводится технологическое обслуживание; S_5 – производится устранение технологических отказов; S_6 – проводится техническое обслуживание (Domuschi et al., 2022).

Вероятность того, что в момент t система находится в состоянии S_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) обозначим через $P_i(t)$. Эти состояния несовместны, образуют полную группу событий, их вероятностные характеристики не меняются за время пребывания в состоянии S_i . Очевидно, что для любого момента времени t сумма вероятностей состояний равна единице:

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1 \quad (1)$$

Задача состоит в том, чтобы определить вероятности состояний $P_i(t)$ как функции времени. Эти вероятности удовлетворяют определенного вида дифференциальным уравнениям, так называемым уравнениям Колмогорова.

Результаты и обсуждение

Для рассматриваемой системы уравнения Колмогорова имеют вид:

$$\frac{dP_1}{dt} = (\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15} + \lambda_{16})P_1 + \lambda_{21}P_2 + \lambda_{31}P_3 + \lambda_{41}P_4 + \lambda_{51}P_5 + \lambda_{61}P_6$$

$$\frac{dP_i}{dt} = P_1\lambda_{1i} - P_i\lambda_{i1}$$

Для установившегося режима система уравнений Колмогорова может быть представлена в виде алгебраических уравнений:

$$-(\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15} + \lambda_{16})P_1 + \lambda_{21}P_2 + \lambda_{31}P_3 + \lambda_{41}P_4 + \lambda_{51}P_5 + \lambda_{61}P_6 = 0$$

$$P_1\lambda_{1i} - P_i\lambda_{i1} = 0$$

Решая систему уравнений совместно с нормировочным условием формулы (1) можно получить предельные вероятности состояний:

$$P_i = \frac{\lambda_{1i}}{\lambda_{i1}} P_1; \quad P_1 = \left[1 + \sum_{i=2}^6 \frac{\lambda_{1i}}{\lambda_{i1}} \right]^{-1} \quad (2)$$

Интенсивность перехода ЗК из работоспособного состояния в другие состояния (λ_{ij}) определяются по зависимостям, представленным в таблице 1. Интенсивность перехода в работоспособное состояние (λ_{ji}) зависит от состояния ЗК и находится из выражения:

$$(\lambda_{ji}) = (T_j)^{-1}, \quad (3)$$

где T_j – среднее время проведения j -го воздействия, ч.

Из приведенных зависимостей видно, что плотности вероятностей перехода являются функциями различных факторов:

$$\lambda_{21(12)} = f(T_{уст}, L_{дзч}, T_{бр});$$

$$\lambda_{31(13)} = f(V_k, L_r, W);$$

$$\lambda_{41(14)} = f(L_{пер}, T_{раз}, U_o, U, W);$$

$$\lambda_{51(15)} = f(T_{yto}, L_{то});$$

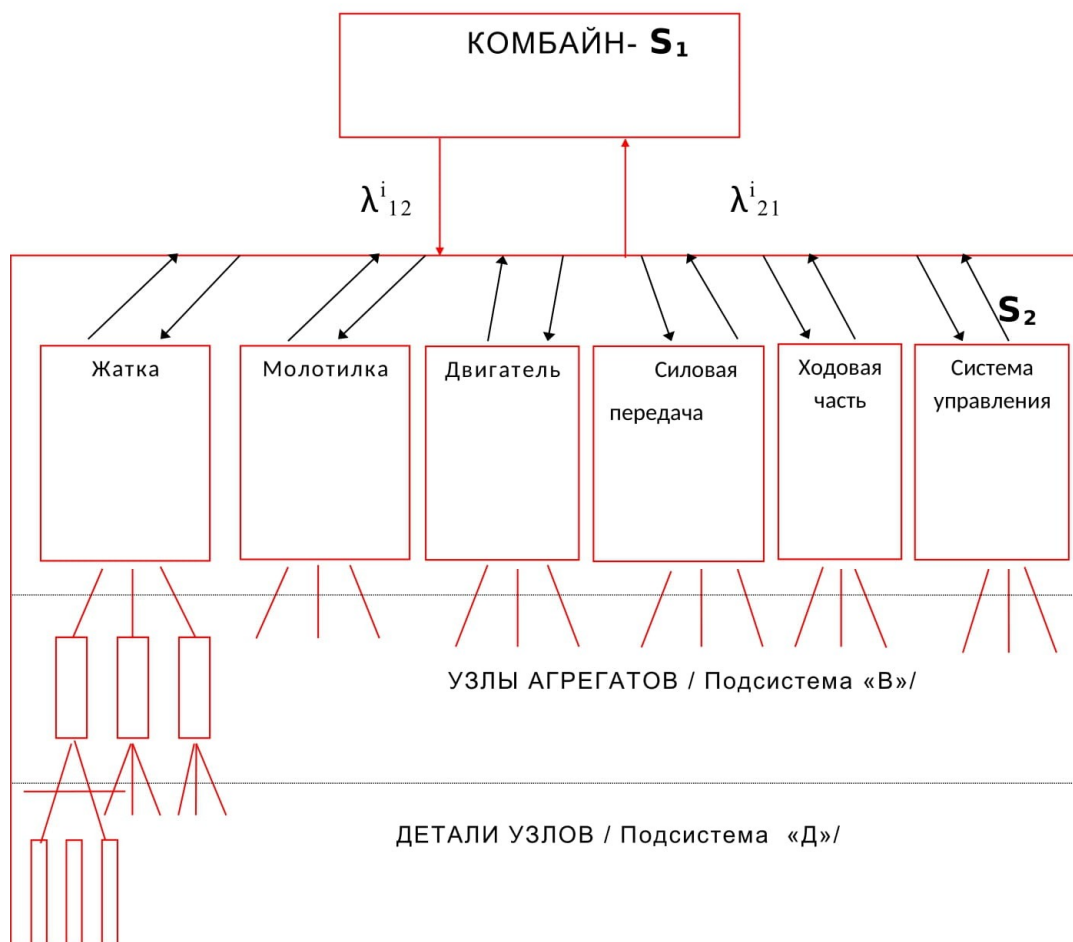
$\lambda_{61(16)} = f(\text{виды и стратегии РТО}, T_{то})$ и могут быть определены статически и экспериментально (Domuschi and al, 2020).

Таблица 1. Интенсивности перехода из состояния S_i в состояние S_j (λ_{ij})

Интенсивность перехода	Расчетная формула	Примечания
Интенсивность возникновения технических отказов (λ_{12})	$\lambda_{12} = (T_{бр})^{-1}$	$T_{бр}$ – среднее время безотказной работы комбайна, с
Интенсивность переездов с поля на поле (λ_{13})	$\lambda_{13} = \frac{W}{F}$	W – производительность комбайна, м ² /с; F – площадь поля, м ²
Интенсивность технологических обслуживаний (λ_{14})	$\lambda_{14} = \frac{3,6BV_p U}{\gamma K_3 U_o}$	U – урожайность, кг/м ² ; V_p – рабочая скорость ЗК, м/с; B – ширина захвата жатки, м; K_3 – коэффициент заполнения; γ – объемная масса, кг/м ³ ; V_o – технологическая емкость, м ³
Интенсивность возникновения технологических отказов (λ_{15})	$\lambda_{15} = \frac{V_p}{L_{то}}$	$L_{то}$ – расстояние переезда технологических отказов, м
Интенсивность технических обслуживаний (λ_{16})	$\lambda_{16} = \sum_{n=1}^N (2\pi n\sigma)^{-1} \times \exp\left[-\frac{(T_{то} - nT_{то})^2}{(2n\sigma^2)}\right]$	n – порядковый номер ТО; σ – среднее квадратичное отклонение; $T_{то}$ – средняя периодичность ТО, (с, кг, м ²)

Применение системы уравнений Колмогорова для определения вероятностей состояний ЗК, характеризуется такими особенностями. Принимаются только интенсивности перехода, связывающие первое состояние с остальными, что позволит существенно упростить сбор и систематизацию необходимой информации; интенсивности переходов λ_{ij} могут быть определены для разного срока службы ЗК; а техническое обслуживание учитывается только такое, которое приводит к длительным простоям.

Для обоснования механизма образования потока технических отказов ЗК рассмотрим его структурную схему, представив ее в виде «дерева» (фиг. 2).



Фиг. 2. Структурная схема образования технического отказа

Такая схематизация ЗК позволит рассмотреть отдельные подсистемы в виде иерархической структуры и анализ возникновения отказов произвести по отдельным составляющим «система – элемент».

Вероятность безотказной работы для агрегатов комбайна можно рассчитать с помощью системы уравнений Колмогорова аналогично зависимости (2). При этом необходимо выделить соответствующие вероятности состояний нахождения комбайна в ремонте (восстановлении), связанные с отказом деталей конкретного агрегата. Интенсивности переходов для агрегатов рассчитываются на основании параметров потоков отказов деталей (Domuschi and Ustuyanov, 2020):

$$\lambda_{12}^i = \sum_{j=1}^Q \omega_{aj}(t) \quad (4)$$

где Q – число агрегатов, требующих разборки для замены отказавшей детали, шт;

$\omega_{aj}(t)$ – параметр потока отказов j -й детали агрегата, который определяется по интервалам наработки:

$$\omega_{aj}(t) = \frac{\sum_{j=1}^m n_{ij}(t)}{N \Delta t}, \quad (5)$$

где n_{ij} – число отказов j -й детали агрегата в i -ом интервале наработки, ед.;

m – число деталей агрегата, у которых зафиксированы отказы, шт;

Δt – интервал времени (наработки), с;

N – число агрегатов, находящихся под наблюдением, шт.

Технические отказы (отказавшие детали, узлы, агрегаты) в состоянии S_2 восстанавливаются с определенной интенсивностью λ_{21} , которая чаще всего определяется для ЗК по группам сложности отказов.

Из рисунка 2 видно, что схема образования технического отказа включает ряд уровней. Эти уровни соответственно связаны с ремонтом жатки, молотилки, двигателя, силовой передачи (ремни, цепи и т.д.), ходовой части, гидросистемы и системы управления.

Таким образом, начиная с первого уровня, рекуррентно вычисляются характеристики надежности всех элементов системы от агрегатов до простейших деталей. На каждом новом шаге нормирования системой будет являться один из элементов более высокого иерархического уровня, надежность которого определена на предыдущем шаге. Например, на втором шаге подсистема будет «системой» по отношению к элементам следующей подсистемы.

Вероятности состояния системы на « k »-ом уровне можно получить аналогично зависимости (2) при $t \rightarrow \infty$:

$$P_1^k = \left[\frac{1 + \sum_{a=1}^6 \lambda_{12}^k}{\lambda_{21}^k} \right]^{-1}, \quad (6)$$

вероятность нахождения в состоянии P_2^k будет равна:

$$P_2^k = \frac{\lambda_{12}^k}{\lambda_{21}^k} P_1^k. \quad (7)$$

Из формул (6) и (7) видно, что существует неопределенное множество λ , обеспечивающее установившийся поток отказов $\omega = \lambda T$ системы. Для устранения этой неопределенности можно воспользоваться методом весовых коэффициентов.

Метод весовых коэффициентов позволяет решить задачу нормирования безотказности элементов системы для установленной наработки T , с при условии, что поток отказов является простейшим с суммарной интенсивностью по формуле:

$$\lambda = \sum_{k=1}^n \lambda_k \quad (8)$$

При этом полагается, что все составляющие $\lambda_k = \lambda W_k$ малы по сравнению с λ , т.е. в системе нет элементов, потоки отказов которых были бы сравнимы по интенсивности с потоком отказов всей системы.

Весовые коэффициенты W_k , учитывающие важность или относительную значимость элементов в системе можно найти по формуле:

$$W_k = \frac{S_k}{\sum_{k=1}^n S_k} = \frac{\lambda_k}{\sum \lambda_k}, \quad (9)$$

где S_k – оценочный показатель для «к» - го элемента.

В качестве показателей S_k приняты интенсивности отказов, λ_k , параметры которых определяются экспериментально.

Заключение

1. Такой подход к оценке состояний зерноуборочных комбайнов указывает на то, что при организации системы эксплуатационного обеспечения безотказной работы УТК, необходимо учитывать наработку (ресурс) до отказа и возрастной состав зерноуборочных комбайнов.

2. Результаты расчетов могут использоваться для принятия управленческих решений, связанных с разработкой организационно-технических мероприятий, которые направлены на достижение заданных показателей надежности зерноуборочных комбайнов и оптимизации их состава.

Литература

- Wentzel E. S. (1972). Operations research. *Soviet radio*. Moscow, Russia. 552.
- Domuschi D. A., Y. I. Enakiev, P. I. Osadchuk. (2020). Substantiation of schemes and methods of repair and maintenance of harvesting and transport complexes. *Proceedings of the scientific forum with international participation "Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization*. Volume 1. ISSN 2683-0663. Sofia, Bulgaria. 60-77.
- Domuschi D. A., P. I. Osadchuk. (2020). Optimization of the structure and composition of technological complexes for harvesting grain crops by energy costs. *IV International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress*. ISBN 978-605-69010-2-7. 396-401.
- Domuschi D. A., P. I., Osadchuk A. D. Ustuyanov (2021). Substantiation of requirements for the reservation of elements of complex technical systems for harvesting grain crops. *V International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress*. ISBN 978-605-69010-3-4. 79-83.
- Domuschi, D. A., P. I. Osadchuk, A. D. Ustuyanov, Y. I. Enakiev. (2020). Methods for optimizing the composition of grain harvesters of harvesting and transport complexes. *Proceedings of the scientific forum with international participation "Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization*. Volume 2. ISSN 2683-0663. Sofia, Bulgaria. 62-68.
- Domuschi D. A., P. I. Osadchuk, A. D. Ustuyanov, A. S. Lisenko, Y. I. Enakiev. (2022). Model for optimizing the structure and composition of complex technological systems for harvesting grain crops. *Proceedings of the scientific forum with international participation "Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization*. Volume 3. ISSN 2683-0663. Sofia, Bulgaria. 184-192.

- Domuschi D. A., A. D. Ustuyanov. (2020). Increasing the reliability of combines for harvesting grain crops by methods of reserve substitution. *IV International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress*, 30-31 October 2020. ISBN: 978-605-69010-2-7. 402-406.
- Enakiev Y. I., Domuschi D. A., M. Mikhov. (2016). Operational assurance of the reliability of combines when harvesting grain. *IV Scientific Congress Agricultural Machinery*, Varna, Bulgaria, 22-25.06.2016, ISSN: 1310-3946. 87-91.
- Mochulyak O. S., A. S. Lysenko, D. P. Domuschi. (2020). Justification of the structure and composition of the technological complex for harvesting winter wheat. *Collection of materials of the 11th interuniversity scientific and practical conference "Braslav readings. Economy of the 21st century: National and Global Dimensions"*. Odesa, Ukraine. 94-96.
- Sydorchuk O. V., V. I. Dnes, V. I. Skibchyk. (2011). Analysis of research methods and event patterns in projects at different stages of early grain harvesting planning. *Computer-integrated technologies: education, science, production: sciences. magazine*. №7. Lutsk, Ukraine. 141-144.

ASSESSMENT OF USAGE OF NATURAL RESOURCES IN DEVELOPMENT OF AGRO-FOOD SEKTOR IN GREECE

Christos D. Paschalidis¹, Dimitrios P. Petropoulos¹, Dimitrios Ch. .Paschalidis², Stavros S. Sotiropoulos¹, Charalampia N. Christodoulou³, Loukas, D. Papakonstantinou⁴, Marina Giannatou⁵

¹*Department of Agriculture, School of Agriculture and Food Science, University of the Peloponnes, Greece,* ²*CGK Consulting Ltd, Maroussi, Greece,* ³*Hellenic Ministry of Rural Development and Food, Greece,* ⁴*Engineering Agronomist Freelancer, Greece,* ⁵*Customer Service Officer Piraeus Bank*
e-mail: chpaschal46@yahoo.gr

Abstract

In Greece, the agricultural sector has always been a structural feature of its economic structure and social fabric, as well as a component of the economy and growth, both nationally and much more at the regional level. In addition, 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 general, the importance of agriculture in Greece, is proven by the fact that it occupies a large percentage of its land, and participates in the trade balance significantly. The total area of rural areas of the country is 82%, and their population is 43% compared to 23% respectively. In addition, 56% of arable land is located in lowland areas, while the rest is in mountainous or semi-mountainous areas. Finally, 82.7% of the used agricultural land is located in less-favored areas, of which 56.4% are in mountainous areas. The arable land in Greece covers a large part of its territory. The paper discusses the features of environmental and economic production relations; the analysis of land use is given as well.

Key words: *soil resources, sustainable agriculture, agricultural production.*

Introduction

The contribution of the Agricultural sector in Greece has always held an important position. Its role is multidimensional, covering many and sensitive sectors, both economic, social and environmental. In the past it was a means of recovering the post-war economy of Greece and in the current era of the global economy and the COVID19 pandemic it is again a stable means of development. It participates in many indicators of the economy and affects it to a great extent.. Agriculture contributes to the economy through the products it produces, through the exchange markets it carries out. In addition, it is a provider of a series of products and services, determining both food self-sufficiency and food safety, producing better quality and safer food, as well as regulating other sectors of the economy, such as manufacturing and the country's trade balance. The sustainability of agricultural production is of vital importance for humans because agriculture is the main source of food for the ever-increasing population. The soil for humanity is the quintessence of life and health. The management of soil fertility and its quality-health is the key to the development of sustainable agriculture (Simonis and Setatou, 2008). At the same time, especially in recent years, agriculture has been continuously applying regulations for the preservation and protection of the environment. The participation of agriculture in the economic development of a country's economy depends on many factors, such as the national wealth of the country, the territory, its international relations and the stage of economic development. The larger the agricultural sector, the greater its participation in the economy. Also, the fact is that as an economy develops, the participation of the agricultural

sector decreases and this is due to the inelastic demand for the income of agricultural products and the increase in agricultural inputs from non-agricultural sectors, as well as from the increase in the part of the expenditure of its products intended for processing, packaging and presentation.

Materials and Methods

In the paper the statistics used have come from the databases of the Hellenic Statistical Authority and the Ministry of Rural Development and Food, supplemented with additional information from Eurostat and FAOSTAT

Results and Discussion

During the last five decades the contribution of the Greek agricultural sector to the Gross Domestic Product (GDP) has decreased from 15% to less than 5%. As diagrams 1 and 2 show, the share of agricultural production in GDP. it decreased from 9.9% in 1995 to 7.3% in 2000 and then to 5.2% in 2006. The sector's contribution to the Greek economy is, however, more important than that of the European Union (EU) average. In addition, in Greece agriculture plays a key role in supporting the socio-economic sustainability of rural areas, since this sector is the main user of rural land and employs about a third of the rural workforce. Arable land in Greece covers a large part of its territory. The total cultivated agricultural land (arable crops, horticultural land, permanent crops and fallows) in the year 2019 amounts to 3 million 216 thousand 540 hectares. In 2019 52.8% of the cultivated area (1 million 698 thousand 850 hectares) was used for arable crops, 1.9% (59 thousand 570 hectares) for horticulture, 33.8% (1 million 88 thousand 230 hectares) permanent crops and 11.5% (369,880 hectares) were fallow. That is, it approaches approximately 31% of the total area, compared to the 171,603,000 of the EU-27, while the forest 50%, the grasslands 12%, the wetlands 2%, the cities, villages and infrastructures 4 % and the other land uses (quarries, mines, etc.) the remaining 2%.. The total area of the rural areas of the country is 82% compared to 57.6% of the EU-27, and their population is 43% against 23% respectively (Paschalidis et al., 2020). It is worth noting that the cultivated land in Greece has decreased mainly due to the reductions in the production of cotton and tobacco, as well as cereals and oil crops. The cultivated areas of Greece show a significant decrease in the period 1990-2011. Compared according to FAO data, the areas in 2011 decreased by about 22% compared to those in 1990. In addition, 56% of the arable land is in lowland areas, while the rest is in mountainous or semi-mountainous areas. Finally, 82.7% of the used agricultural land (U.S.A.) is located in disadvantaged areas, of which 56.4% is in mountainous areas. The corresponding numbers for the E.U. -25 is 55.4% and only 16.3% (Kaditi and Nitsi, 2010). The irrigated agricultural area is also an important parameter for crop efficiency. Overall in Greece in 1999 44.6% of all crops were irrigated, while in 2009 40.6% (EL.STA, 2012). Overall, the majority of Greek crops showed a reduction in irrigation except for Western Greece, the Ionian Islands, Attica, the Peloponnese and the South Aegean. The area of Thessaly in particular has been experiencing a particular water shortage problem in recent years. The irrigated lands based on the geomorphological characteristics for the mountainous areas occupy 21.9%, for the lowlands 48.3%. Irrigation in 92% of the country's irrigated lands is done with systems and techniques that do not ensure the rational and sustainable management of water resources, with large losses in transportation and irrigation. Regarding the type of crops that occupy the largest percentages of irrigation are horticultural crops which are irrigated by 97%, by 43% arable crops, by 38% tree crops and by 36% viticulture. The structural characteristics of Greek agriculture are what characterize it and create the specifications and conditions for further development. These consist mainly of the following: the very large number of small and fragmented agricultural holdings, the low percentage of irrigated agricultural land, the high percentage of economically active

persons in the population employed in agriculture and their old age (about 60% are over 55 years old and in the multi-occupation of farmers (Petropoulos D., 2020) From the examination of the distribution of the total number of agricultural holdings in orders of size according to their area, there is an increase in the number and percentage of the total, of very small holdings up to 2 hectares and at the same time there is a slight increase in the number-percentage of holdings with an area of more than 20 hectares. The conclusion about the conservation character of very small properties is confirmed. At the same time, however, the gradual concentration of land in farms of a larger area is visible. While farms with an area of up to 20 hectares in 1995 constituted .44.01% of the total and held 76.30% of the total land area, 213 constituted 51.4% of the total and held 64.35% of the total of land area. Despite the survival of the very small farm, if we look at the structure of the farms that own Agricultural Area in Use (UAA), based on their area, there is a tendency to concentrate land in larger holdings at a slow but steady pace. The concentration trend is stronger for the categories of holdings with an area of 300 acres to 1000 acres. The percentage of these holdings that own more than 1,830 acres from 0.08% has reached 1.0% in 2013. This trend will continue in the coming years and is fueled by the applied tax policy, but also by the continuous compression of family income – mainly of small and medium-sized farms – through the increase in production costs and the formation of low selling prices. It is noted that the average area of agricultural exploitation in Greece is 4.8 hectares, one of the smallest among the EU countries. The average agricultural holding at EU level is four times that of Greece. Based on 2017 data, the number of agricultural holdings stands at almost 854,100. The total number of holdings has fluctuated since the early 1990s, following a large decline between 1987 and 1990. So it shrank by around 100,000 farms (Paschalidis et al., 2018). The interpretation of farm immobility is linked to social, economic and psychological factors. The economic factors are related to the unsatisfactory development of all branches of the National Economy during this period, as a result of which the conditions for stable and satisfactory incomes are not created.

In addition, agricultural holdings act as a shield of protection and strengthening of the family income, for people who additionally practice the agricultural profession. The social and psychological factors are connected with the intense institutions of the average Greek with the province, the farming family and the agricultural activities. Thus he practices the farming profession as a supplement, but also as a continuation of the family tradition. The largest number of farms is located in the Central Macedonia region (96,482 in 2016), followed by Crete and the Peloponnese, and the smallest number (20,283 in 2016) is located in the South Aegean, followed by the North Aegean, the Ionian Islands and Attica. From 2009 to 2016 the number of holdings shows a decrease of 38,105 holdings or 5.3%. The main crops in Greece based on cultivated area are cereals, olives, cotton, maize, grapes, tobacco, oats, potatoes, peaches and nectarines. In 2018 the main crop groups per year are distributed as follows: 53.4% of cultivated area (1 million 719 thousand 600 hectares) was used for arable crops, 1.9% (61 thousand 890 hectares) for horticulture, 33.7% (1 million 085 thousand 100 hectares) for permanent crops and 11.0% (354 thousand 760 hectares) of the arable land was under fallow status. (Hellenic Statistical Authority. 2018). This diagram above shows the percentage distribution of cultivated agricultural land by category. The main cultivated species of Greece are of the Mediterranean type with small variations in their production over the years, while in recent years you have noticed the cultivation of new products. Large-scale crops (MFK) occupy a total of approximately 55% of the total cultivated land in Greece, not counting fallows, which is basically applied to FMK. It is therefore noticeable that 65% of the Greek Agricultural Land concerns FMK. The FMK includes grains, industrial plants, legumes, forage plants, biomass plants and aromatics.

Table 1. The main crops based on cultivated area (acre)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	%Total
Wheat	1.003.000	878.800	857.800	843.900	510.000	544.000	27
Olives	691.000	708.716	781.000	784.500	834.200	850.000	25
Cotton	259.000	420.000	412.000	364.500	250.000	300.000	11,5
Maize	207.600	182.487	216.500	246.900	151.550	181.800	7,1
Barley	179.000	156.300	119.300	94.300	112.000	101.630	4,3
Grapes	145.919	126.712	124.790	125.400	99.300	103.200	4,0
Tobacco	78.796	69.000	61.000	54.369	15.600	16.122	1,8
Oats	43.000	44.288	43.000	40.400	56.200	82.200	1,6
Potatoes	50.300	52.000	48.800	44.440	31.350	28.450	1,5
Peaches and Nectarines	44.100	53.500	44.800	43.266	43.600	42.200	1,5

Source: FAO (Larisi, 2014)

According to the table above, the main types are cereals, olives, cotton, tobacco, potatoes, peaches. Grains are products of primary importance for Greek agriculture and in 2013 4.55 million tons of grain were produced. Regarding the value of the products produced, grain crops in Greece produce about 8% of the total value of agricultural production (Eurostat, 2015), about 770 million euros.

The second main product is olives of which the oil-producing areas have a greater area, production and economic value. At the global level, Greece ranks third in olive oil production. In our country, olive oil is an important food product and has the highest nutritional consumption worldwide. The cultivated area of olive groves is steadily increasing over the years. One of the most important factors of this phenomenon is the fact that the olive is a plant that can be cultivated in many areas, whether they are lowland, semi-mountainous or mountainous. Also, Greece ranks 3rd in the world in olive oil production and 5th in table olive oil production

Table 2. Main crops based on production (tons)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	%Total
Maize	2.013.000	1.838.779	2.094.000	2.534.077	1.718.460	2.165.790	10,8
Sugar beet	2.760.000	2.537.054	3.033.244	2.573.393	761.500	324.400	10,77
Olives	1.003.724	2.199.300	2.502.000	2.583.185	1.809.800	2.000.000	10,59
Wheat	1.939.000	2.314.838	2.326.000	2.044.149	1.633.070	1.702.020	10,20
Tomatoes	1.844.000	2.064.160	2.085.000	1.713.580	1.406.200	1.169.900	9,01
Grapes	1.122.435	1.128.000	1.251.463	1.130.000	1.002.900	856.600	5,65
Cotton	670.000	1.326.000	1.297.000	1.231.597	700.000	890.000	5,25
Potatoes	953.035	1.050.827	1.012.000	818.727	791.500	757.820	4,66
Oranges	878.185	938.235	945.765	936.094	770.000	740.000	4,50
Peaches and Nectarines	786.939	1.034.421	949.406	864.406	738.400	690.200	4,14

Source: FAO (Larisi, 2014)

Cotton accounts for 11.5% of all cultivated crops in our country. Greece is the main producer of cotton in Europe. It is worth mentioning that the annual production of cotton in Greece is approximately 300,000 tons, of which 90% is exported as ginned. The cotton areas in Greece vary per year (AD 2004-2014) from 2.7 to 3.4 million acres with an average yield of 380 Kg/acre. With the total value of the products produced in this value chain exceeding the amount of 1.5 billion euros. Next is maize which occupies 7.1% of the total area and the largest percentage of crops is livestock. Barley is another grain with a large cultivation area, covering 4.3% of the total. In our country you cultivate mainly for livestock and brewing beer

The cultivation of the vine is closely linked to the history and tradition of Greece. According to the data of the Viticulture Survey of the Hellenic Statistical Authority, in 2015 the vine cultivation covers approximately 103,082 hectares. Out of the total area with vineyards, the 63,326 hectares are cultivated with grape vines and 39,759 hectares with raisins.

The cultivation of grapes has decreased by approximately 30% in 2011 compared to 1990. Most of the varieties cultivated in Greece are wine-making, from which the most important grape product, wine, is produced. The production from Greek varieties is 89% against 11% of the production from foreign ones. Most of the areas with raisins (76% of the total area of raisins) are recorded in two regions, in the Peloponnese with 15,422 hectares and in Crete with 14,804 hectare .Tobacco covers 1.8% of the cultivated area. It is the product with the largest reduction in its area that came after 2005 and amounts to 71%. The substantial countdown for the course of the cultivation and its reduction to the current levels began after the review of the Common Organization of the Tobacco Market by the reform of the Common Agricultural Policy in 2004 and the implementation of the new regime from 1-1-2006.

This sudden huge change has had a huge impact on the social and economic sectors of the country Tobacco cultivation has the advantage of high yield on a small cultivated area, high price and that it does not need particularly fertile soils. Animal feed is one of the most important branches of the agri-food chain, as it forms the basis of the production of meat, milk and eggs, i.e. the main sources of protein for human nutrition. According to recent data from Hellenic Statistical Authority, the value of animal feed consumed in Greece amounts to 1.8 billion euros and corresponds to 70.1% of the cost of livestock production.

One of the most important branches of FMK is legumes. The estimated area of legumes for animal feed is close to 1 million acres, with alfalfa occupying 800,000 acres Arboriculture is a fundamental part of the Greek economy that can contribute to the economic recovery and development of the country in the coming years Fruit production and trade is one of the most dynamic sectors of Greek agriculture, with a significant part of the produced arboricultural products being exported According to data from the Hellenic Statistical Authority, arboricultural products are among the first exportable Greek products of the agri-food sector to increase production at a rate proportionally much faster than the increase in domestic consumption, further strengthening the export orientation of Greek arboriculture

Greece is the 4th largest fruit producer in the European Union and the country's production volume is more than 4.5 million tons. It is indicated that Greece occupies the 5th place in the world production of peaches, while it is the country with the largest production of cored (industrial) peaches and the first in their export. Also, Greece is in 4th place in the world production of kiwifruit with a continuous upward trend of domestic production. Most of the domestic fruit production is occupied by citrus fruits (oranges 19.7%, tangerines 2.7%, lemons 2.5%), followed by peaches (17.1%), apples (5.5%), kiwis (2.7%), apricots (1.8%), pears (1.6%), strawberries (1.0%) and cherries (0.9%).

The main exported fruits (by volume) are citrus fruits (34.4%), peaches (12.9%), kiwifruit (9.8%), apples (4.8%), bananas (2, 4%), strawberries (2.3%) and apricots (2.2%). The total production of horticulture in Greece in 2014 amounted to approximately 3 million tons (2,865).

The most important horticultural crops in Greece based on the area occupied in 2014 are potatoes with approximately 250,000 ha, fresh tomatoes with approximately 120,000 ha (not including industrial tomato areas), watermelon with approximately 125,000 ha, onion with about 7,000 ha, the fresh bean with about 6,300 ha and the cabbage with about 5,500 ha.

Based on the amount of production, potato is slightly ahead with 586,000 tons, followed by tomato with 550,000 tons and watermelon with 538,000 tons (YAAT data for 2014). The fruit and vegetable sector shows strong export penetration and high competitiveness. The total value of agricultural production in Greece amounts to 9.7 billion. Of this total, 69% comes from plant production. Consequently, crop production has a dominant position in the country's agricultural economy (Savvas et al., 201).

Almost half of this share corresponds to horticulture. According to a relevant survey by "Gaia Epichirein" (2015), the largest share in the total value of agricultural production in the years 2009-2013 corresponds to horticultural crops with 18%, followed by fruits with 16.6%.. Greek agriculture has remained roughly at the same levels in terms of the value of agricultural production from 2010 to the present. Gross value added at producer prices in crop production decreased from €5410/ha in 2010 to €4985/ha in 2014 (Savvas et al., 2014).

Conclusions

While Greece has significant natural advantages for plant cultivation, plant production faces significant deficits both in terms of know-how and organization and marketing. An important reason that makes it difficult to modernize agricultural holdings for crop production is their small size. The increase in the average size of crop production farms is expected to contribute to the improvement and better utilization of technological equipment and infrastructure (e.g. packing houses). At the same time, it can contribute to the demonstration of greater adaptability to the changes taking place internationally, in order to increase their competitiveness and create better conditions for trading products and exports

References

- Annual Agricultural Statistical Survey for the years 2009-2019 of the Hellenic Statistical Authority.
- Benatos G.2007 The agricultural sector in Greece (importance-problems-prospects) Dromi ton Agroton T., 9
- Dagkalidis, A. 2008. The Greek agricultural sector - Current situation, effects of the new CAP-Prospect, Athens
- European Commission. 2007. Agriculture in the European Union, Statistics and Economic Information. DG for Agriculture and Rural Development .Brussels.
- European Commission – Eurostat. 2010. Farm Structure-Historical Results- Surveys from 1966/67 to 1997. Eurostat.
- Eurostat. 2015. Farm Structure Survey
- Kaditi E., Nitsi E. 2010. Agricultural Sector in Greece, Athens, p. 266. (In Greek).
- Karanikolas P., Agricultural Economy and politics. Agricultural University of Athens.
- Larisi Ev. 2014. The course of the agricultural Sector in Greece. Master's Thesis A. U. Th.
- Press Release. 2016. 2015, Survey of Viticulture Crops, of the Hellenic Statistical Authority.

- Paschalidis C., Sotiropoulos S., Papakonstantinou L., Petropoulos D., Kavvadias V., Paschalidis D., and Christodoulou Ch. 2020. Soil Resource and the Role in Agriculture Sector of Greek. Economy. Environment and Ecology Research 8(3) pp.70-75.
- Paskhalidis Ch., D. Petropoulos, S. Sotiropoulos¹, L. Papakonstantinou. 2018. The European Union's Common Agricultural Policy and Development of Agro food Sector in Greece. RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries, 13: pp. 373—382.
- Paschalidis Ch., Kavvadias V., Chouliaras I., Dalamagas V., Sinioros P., Sotiropoulos S., and Petropoulos D. 2015. Greek Agriculture and Soil Resources. International Conference Soil and Agrotechnology in a Changing World, 11-15 May 2015, Sofia.
- Piraeus Bank. 2020. On Earth Edition for the rural economy. Issue 16. (In Greek).
- Savvas Dat.at.al. 2014. Development of plant production in Greece. Athens. (In Greek).
- Simonis, A. 2007. Problems of utilization of soil resources. Opening speeches of soil conferences. Ed. Art of Text. Thessaloniki.
- Simonis, A. and E. Setatou. 2008. The problems of the world food crisis a concise soil approach. Proceedings of the 12th Panhellenic Soil Congress. Pyrgos, Greece.
- Spanellis L. 2011. Brief overview of the main dimensions of the agricultural economy. Athena

КОНТУРИ НА НАВЛАЖНЯВАНЕ НА ПОЧВАТА ПРИ КАПКОВО НАПОЯВАНЕ НА ДОМАТИ, ОТГЛЕЖДАНИ В НЕОТОПЛЯЕМА ОРАНЖЕРИЯ

Елена Грънчарова, Георги Костадинов, Антоанета Гигова

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
„Н. Пушкиров“,
Селскостопанска Академия
e-mail: eveha@abv.bg*

Резюме

Изследванията са проведени в периода 2017 – 2018 г на опитно поле Челопечене към Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиров“, ССА. Установени са контурите на навлажняване при четири нива на напояване на домати (*Solanum lycopersicum* „Big Beef“), отглеждани в неотопляема полиетиленова оранжерия. при капково напояване и мулчиране. Изпитани са следните варианти: T_1 – оптимално напояване с 100% поливна норма за поддържане на 90% ППВ, T_2 – напояване с 60% от оптималната поливна норма, T_3 – напояване с 80% от оптималната поливна норма, T_4 – напояване с 100% поливна норма, определена чрез изпарител. Установено е, че най-добро разпределение на влагата радиално и в дълбочина се постига при варианти T_1 и T_4 .

Ключови думи: контури на навлажняване, домати, капково напояване.

SOIL WETTING PATTERNS IN DRIP IRRIGATED TOMATOES GROWN IN AN UNHEATED GREENHOUSE

Elena Grancharova, Georgi Kostadinov, Antoaneta Gigova

*Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection „Nikola Poushkarov“,
Agricultural Academy
e-mail: eveha@abv.bg*

Abstract

The study was conducted at the Chelopechene experimental field of the Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection “Nikola Poushkarov” during the 2017-2018. The wetting patterns were established at four different rates of drip irrigated tomato (*Solanum lycopersicum* „Big Beef“) grown in unheated plastic greenhouse under mulch. Following treatments was evaluated: T_1 – optimal irrigation in pre-irrigation soil moisture 90% of the field capacity, T_2 – irrigation with 60% of optimal irrigation rate, T_3 – irrigation with 80% of optimal irrigation rate, T_4 – irrigation with 100% pan evaporation-based irrigation rate. The results show that soil moisture in the wetted radius and the depth are better for T_1 and T_4 .

Key words: wetting patterns, tomatoes, drip irrigation.

Въведение

Оценките за състоянието на почвените и водните ресурси в света сочат, че тези ресурси, които вече са оскъдни днес, ще бъдат все по-оскъдни в бъдеще, което

според ФАО изисква по-високи нива на адаптация и повишена устойчивост на селскостопанските системи (Steduto et al., 2012). Намаляващите водни ресурси и нарастващата конкуренция на селското стопанство с другите отрасли за използването им превръща управлението на водите в една от критичните точки при справянето с тези предизвикателства. Водата за напояване бързо се превръща в основен ограничаващ фактор за растениевъдството. Основен подход за подобряване на управлението на водните ресурси и постигане на оптимална ефективност на използване на водата е отглеждането на културите при защитени условия и приложението на капково напояване. Системите за капково напояване позволяват подаване на необходимата вода за напояване на растенията непосредствено в активния почвен слой без повърхностни и дълбочинни загуби на вода, при минимални загуби от изпарение и филтрация. При коректно проектиране на напоителната система, така че да отговаря на почвените и растителни условия, тази технология притежава потенциал за увеличаване на добивите и същевременно намаляване на използваната вода. Разпределението на почвената влага около капкообразувателите и в дълбочина зависи от физичните свойства на почвата, обема на приложената вода, дебита и конфигурацията на капкообразувателите, дълбочината на коренообитаемия слой, управлението на напояването, началните и гранични условия (Elmaloglou et al., 2010). Контурите на навлажняване са проучени теоретично и експериментално от редица автори, установени директно чрез измерване (Elnesr and Alazba, 2015). или чрез симулационни модели (Arbat et al., 2013). Кирева и Мотева (1994) утвърждават, че най-голямо влияние върху големината на контура на навлажняване оказва размера на поливната норма. При подпочвено капково напояване с поливна норма 10 mm при канелена горска почва, излужена 24 часа след подаване на поливка се наблюдава занижаване на почвената влага в горния слой 0 – 0.05 m като достига до 60 - 70 % от ППВ (Petrova-Branicheva and Kireva, 2016). Базитов и Базитов (2010) посочват, че при капково напояване на пипер най-добро разпределение на влагата радиално и по дълбочина се постига при два от изпитваните варианти - съответно при поливна норма 20.4 mm и 17.00 mm, а при домати при поливна норма 20 mm (Кирева и Мотева, 1994).

Материали и методи

През 2017 и 2018 г. на територията на опитното поле „Челопечене“ на ИПАЗР „Никола Пушкиров“ е проведен опит с домати, отглеждани в оранжерия. Оранжерията е неотопляема полиетиленова с размери 7.9 x 53 m и обща площ 420 m². Обект на изследването са домати (*Solanum lycopersicum* “Big Beef”). Проведен е еднофакторен експеримент с фактор на опита – напояване. Изпитани са следните варианти: Т₁ – напояване със 100% поливна норма с поддържане на предполивна влажност 90% ППВ – максимално (оптимално) напояване; Т₂ – напояване с 60% от оптималната поливна норма; Т₃ – напояване с 80% от оптималната поливна норма; Т₄ – напояване със 100% поливна норма, определена по изпарител клас А. Схемата на опита е по метода на дългите парцелки в 4 повторения. Големината на опитната парцелка е 18 m² и се състои от два реда домати. Времето на поливките е определяно чрез наблюдаване на почвената влажност за активния почвен слой до 0.40 m дълбочина за варианти Т₁ и Т₄. Поливки са провеждани при понижаване на почвената влажност под оптималната, която за конкретния експеримент е приета 90% ППВ. Поливките са осъществявани със система за капково напояване, състояща се от команден възел и две батерии с по две поливни крила на леха, разположени до двата реда домати. Поливните крила са с вградени през 0.60 m капкообразуватели с дебит 1.5 l/h. За допълнително намаляване на загубите на вода се прилага мулчиране. Използвано е черно полиетиленово мулчиращо фолио +UV 15 mic/1.20 m.

Опитното поле е част от Софийското поле, разположено на 550 m надморска височина. Климатът е континентален със студена зима. Почвата на опитния участък е канелена горска, излужена и може да бъде определена като средно до силно водопрониклива със средна филтрационна способност. Водно-физичните свойства на този почвен подтип средно за слоя 0 – 1.00 m дълбочина са следните: пределна полска влагоемност (ППВ) – 21.8 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва; обемно тегло на почвата при ППВ – 1.50 g/cm³ и влажност на завяхване – 12.3 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва (Симеонов, 1958).

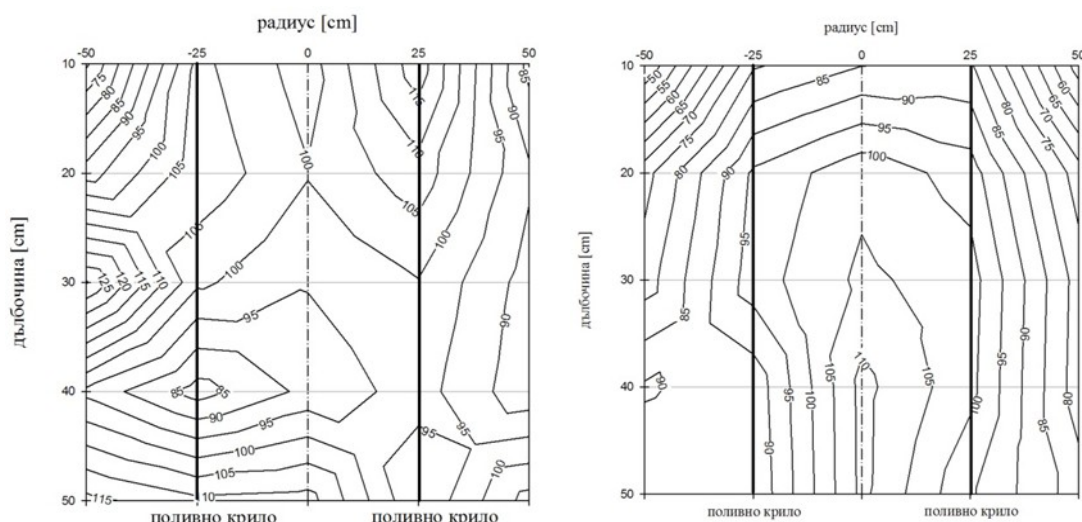
В съответствие със стойностите на ППВ и обемното тегло е водният запас на почвата, който за слоя 0 – 0.60 m дълбочина възлиза на 194.6 mm, а общо за слоя 0 - 1.00 m – на 327.7 mm.

Пределната полска влагоемност на почвата има малко по-високи стойности за почвените хоризонти от 0.31 до 0.70 m дълбочина и по-ниски в орния слой и в хоризонтите под 0.71 m дълбочина.

Контурите на навлажняване са установени чрез взимане на почвени проби до 0.50 m в дълбочина през 0.10 m и до 0.50 m в радиус през 0.25 m, преди и след плододаване, 24 часа след извършване на поливка. Данните за количеството и разпределението на влагата в почвата с обработени чрез Sigma Plot 14.

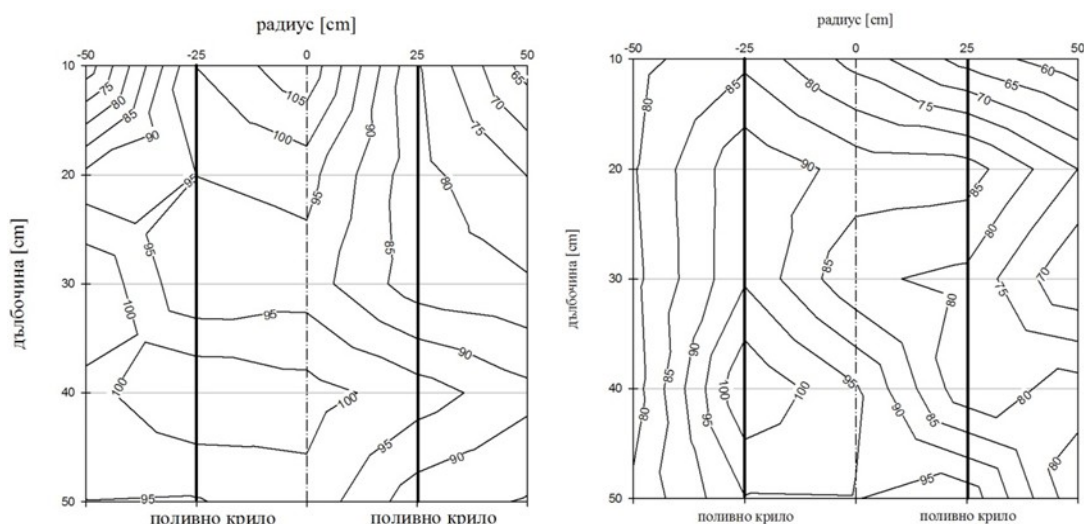
Резултати и обсъждане

Установените контури на навлажняване при вариант Т₁ при средна напоителна норма за двете експериментални години 500.79 mm (фиг. 1) показват, че растенията са били добре снабдени с влага в периода преди плододаване както в дълбочина, така и в широчина. Влажността в коренообитаемия слой е над 90 % от ППВ. Наличието на влажност над 95% в слоя 0.40-0.50 m означава, че почвата е била добре влагозапасена преди напояването. В периода по време на плододаване влагата остава в благоприятни за растението граници - над 85% от ППВ, но се наблюдава леко стеснение на контура в радиус, но запазване на влагата в дълбочина в граници над 90% от ППВ. Радиално от поливните крила влажността намалява, а в центъра на реда се наблюдава добра влагозапасеност над 95% от ППВ.



Фигура 1. Контури на навлажняване вариант Т₁ преди и по време на плододаване

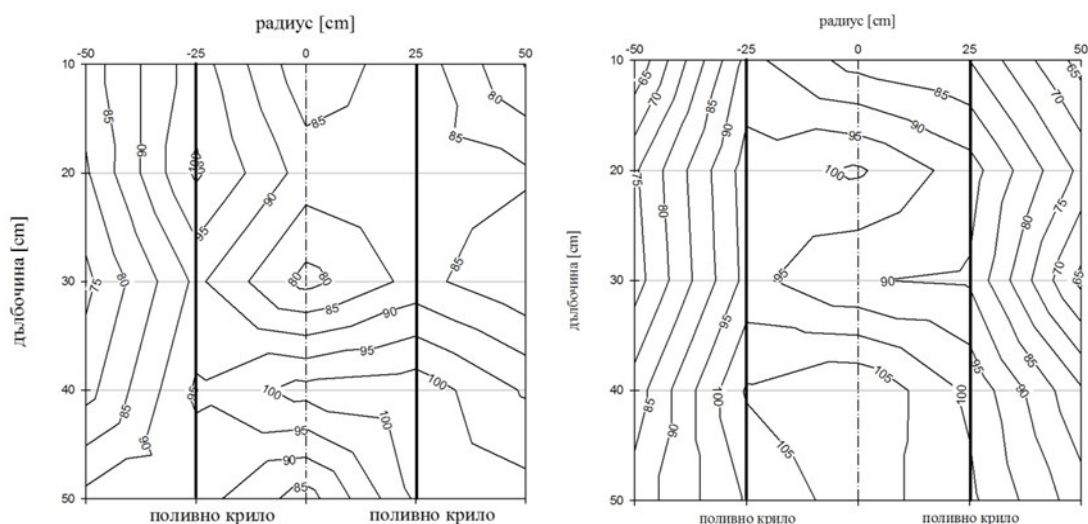
Figure 1. Soil wetting patterns before and during harvesting treatment T₁



Фигура 2. Контури на навлажняване вариант T_2 преди и по време на плододаване

Figure 2. Soil wetting patterns before and during harvesting treatment T_2

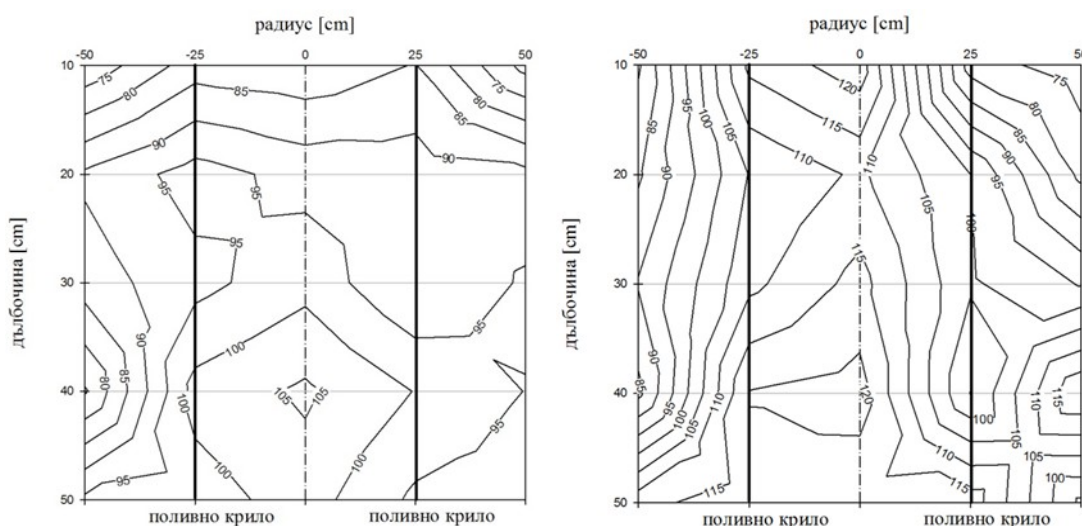
Най-неблагоприятният вариант T_2 - напояване с 60% от оптималната поливна норма – очаквано има най-тесни контури на навлажняване (фиг. 2). В периода преди плододаване влажността в коренообитаемия почвен слой е между 85 и 95% от ППВ. Подаваното количество вода все пак е било достатъчно, за да задоволи нуждите на растенията от вода в периода преди плододаването. Контурите на навлажняване при този вариант по време на плододаването са значително стеснени в сравнение с вариант T_1 , но е осигурена влажност над 80% от ППВ в коренообитаемия слой на растенията.



Фигура 3. Контури на навлажняване вариант T_3 преди и по време на плододаване

Figure 3. Soil wetting patterns before and during harvesting treatment T_3

Контурите на навлажняване при вариант T_3 (фиг. 3) са стеснени в сравнение с вариант T_1 , но влажността остава над 85% от ППВ в коренообитаемия слой. По време на плододаването се наблюдава намаление на общия обем влажност, но той все пак остава значителен.



Фигура 4. Контури на навлажняване вариант Т₄ преди и по време на плододаване

Figure 4. Soil wetting patterns before and during harvesting treatment T₄

Контурите на навлажняване при вариант Т₄ при средна напоителна норма за двете експериментални години 500.91 mm (фиг. 4) показват, че растенията са били добре снабдени с влага в периода преди плододаване както в дълбочина, така и в широчина. Влажността в коренообитаемия слой е над 90 % от ППВ. Наличието на влажност над 95% в слоя 0.40-0.50 m означава, че почвата е била добре влагозапасена преди напояването. В периода по време на плододаване влагата остава в благоприятни за растението граници - над 85% от ППВ, наблюдава се леко стеснение на контура в радиус, но запазване на влагата в дълбочина в граници над 90% от ППВ. Очаквано резултатите са близки с тези при вариант Т₁, имайки предвид сходните поливни норми.

Заклучение

Получените резултати от проведените двугодишни изследвания на домати, отглеждани при канелена горска, излужена почва, дават основание да се направят следните по-важни изводи:

Най-голямо влияние върху контурите на навлажняване оказва големината на напоителната норма.

Влажността на почвата в слоя 0-0.50 m е относително постоянна и е в границите 90-95% от ППВ за коренообитаемия слой.

Навлажняването на почвата при изследваната схема е било равномерно и са осигурени благоприятни условия за развитие на растенията.

Най-високите стойности на налична влага в почвата при оранжерийно отглеждане на домати при капково напояване се достигат при варианти Т₁ и Т₄, съответно при напоителни норми 500.79 mm и 500.91 mm.

Литература

- Arbat, G., Puig-Bargués, J., Duran-Ros, M., Barragán, J., Ramírez de Cartagena, F. (2013). Drip-Irrigator: Computer software to simulate soil wetting patterns under surface drip irrigation, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 98, pp. 183-192
- Bazitov, R., V. Bazitov, 2010. Characteristic of wetting of alluvial in meadow soil drip irrigation for unheated plastic greenhouse, Field Crops Studies, 6(2): 427-432

- Elmaloglou S., E. Diamantopoulos, N. Diamantopoulos. 2010. Comparing soil moisture under trickle irrigation modeled as a point and line source. *Agricultural Water Management* 49 (97): pp. 426-432.
- Elnesr, M. N.; Alazba, A. A. 2015. The effects of three techniques that change the wetting patterns over subsurface drip-irrigated potatoes. *Spanish Journal of Agricultural Research*, Volume 13, Issue 3, e1204, 12 p. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015133-7102>
- Kireva, R., M. Moteva. 1994. Wetting pattenrens for leached maroon forest soil under drip and furrow irrigation, *Proceeding of the Research institute for irrigation, drainage and hydraulic engineering*, vol. 24, pp. 131-135.
- Petrova-Branicheva, V., R. Kireva, 2016. Optimization on laying depth for subsurface drip irrigation of intensive crops and vegetables. *Journal of mountain agriculture on the Balkans*, vol. 19 (5), pp. 170-184.
- Simeonov D. 1958. Soil - meliorative characteristics of the lands in the experimental field for irrigation near the Chelopechene village - Sofia, *Proceeding of the Research institute for irrigation, drainage and hydraulic engineering*, vol. 3, pp. 173-186.
- Steduto P., Hsiao Th., Fereres El., Raes D. 2012. Crop yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66* Food and Agriculture Organization of the United Nations.

ВЪЗМОЖНИ ЗЕЛЕНИ ВЪГЛЕРОДНИ ПРАКТИКИ ЗА РЕСУРСНО ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА ОТПАДЪЦИ ОТ ОРАНЖЕРИЙНИ ПРОИЗВОДСТВА

Жечко Йорданов¹, Руслан Янев¹, Йончо Пеловски², Екатерина Серафимова²

НА "Зелена Земя", с. Микрево, Община Струмяни, обл. Благоевград България
Химикотехнологичен и металургичен университет – София, бул. „Климент
Охридски“ 8, гр. София, България²,
e-mail: iordanovbg@gmail.com, yonchop@gmail.com, ekaterina_sr@abv.bg

Резюме

Целта на този доклад е да се представят перспективи за интегрирани икономически ефективни и социално приемливи агроекологични практики за реализиране на основните приоритети в сектор от селското стопанство, в т.ч. и при парниково производство за програмния период 2021-2027 г., предложени са възможни интегрирани въглеродни практики за намаляване на количеството парникови газове, което би помогнало за въвеждане на принципите на кръговата икономика, борба с климатичните промени, чрез внедряването им в парниковото производство, както и постигане на заложените цели в Европейската зелена сделка за устойчивост на икономиката на ЕС.

Ключови думи: парниковото производство, въглеродни практики, ресурсно оползотворяване.

POSSIBLE GREEN CARBON PRACTICES FOR RESOURCE RECOVERY OF BIO- WASTE FROM GREENHOUSE PRODUCTION

Jechko Iordanov¹, Ruslan Janev¹, Yoncho Pelovski², Ekaterina Serafimova²

National Association "Green Land", vill. Mikrevo, Mun. Strumjani, Bulgaria¹
University of Chemical Technology and Metallurgy – Sofia, Blvd. 8 Kliment Ohridski Str.,
Sofia, Bulgaria²
e-mail: iordanovbg@gmail.com, yonchop@gmail.com, ekaterina_sr@abv.bg

Abstract: The aim of this report is to present prospects for integrated cost-effective and socially acceptable agri-environmental practices for the realisation of the main priorities in the agricultural sector, including in greenhouse gas production for the 2021-2027 programming period, possible integrated carbon reduction practices are proposed, which would help to introduce the principles of the circular economy, combating climate change by integrating it into greenhouse production, as well as achieving the goals set in the European Green Deal for the Sustainability of the EU Economy..

Key words: greenhouse production, carbon practices, resource utilization.

Въведение

В приетните регламенти на Европейската комисия (ЕК) относно целите и задачите в област земеделие на страните членки на Европейския Съюз (ЕС) за осъществяване на комплекса от стратегии са залегнали в решенията на Парижкото

споразумение по климата, стратегията за реализиране на "Кръгови икономики" и тази на "Зеленият Пакт".

Необходимостта от въвеждане на такива регенеративни нисковъглеродни практики е свързано с намаляване парниковите газове от селското стопанство и поетите ангажименти да се намалят нетните емисии от парникови газове за колективно постигане на неутралност по отношение на климата до 2035 г. в сектора на земеползването, горското стопанство и селското стопанство [EC A new circular economy action plan ; 2020], [EC _Climate change ; 2021] .

Във връзка с изпълнението на целите на Европейски зелен пакт са разгледани предложения за рециклиране и устойчиво съхранение на въглерода , обобщени в съобщение относно „Устойчиви въглеродни цикли“, в което се посочват начините за увеличаване на поглъщането на атмосферния въглерод [EC ;2022]. *Главна перспектива е улавянето на въглерода и връщането му обратно в селскостопанските почви. Това би довело до засилване на общия принос на земеделието от гледна точка на прилагането на практики за рекарбонизация. От друга страна това ще подпомогне икономически земеделските производители, като осигури допълнителни доходи. Именно поради тази причина* една от основните на общата селскостопанска политика е въвеждане на ниско въглеродно селско стопанство и улавяне на въглерод чрез земеделските площи. За целите на мониторинга и проверките на автентичността и екологосъобразността на висококачественото и устойчиво поглъщане на въглерод, до края на 2022 г. Комисията ще предложи регулаторна рамка на ЕС за сертифициране на поглъщанията на въглерод, основана на стабилни и прозрачни правила и изисквания за отчитане на въглеродните емисии. Правилата ще осигурят необходимата правна рамка за мащабно увеличаване на улавянето на въглерода в селскостопанските почви и на промишлените решения за отстраняването му от атмосферата.

Материали и методи

Прилагане на икономически ефективни и екологично ефективни децентрализирани нисковъглеродни практики за ресурсно оползотворяване на биоразградими отпадъци от оранжерийните производства.

Въвеждане на иновативни подходи за оползотворяване на генерираните отпадъци като ресурси и оползотворяването им чрез въглерод отрицателни практики е възможно чрез използване на отпадъчния ресурс от биомаса от оранжерийните производства, прилагайки децентрализирани и декарбонизирани практики за генериране на алтернативна енергия и задържане и съхранение на органичен въглерод в почвите. Важно е да се разработват и прилагат интегрирани системи за въвеждане на технологични схеми и технологично оборудване за регенеративно земеделие и влагозадържане в почвите. В дългосрочен план създаването на система чрез обосновано и социално приемливо оползотворяване на биоразградими отпадъци от парниковите производства като ресурси за тези интегрирани системи, ще доведат до децентрализирани нисковъглеродни зелени практики, които могат да станат част от системи от кръгови въглерод отрицателни регионални практики в сектор селско стопанство.

За постигане на посочената система от мерки е необходимо да се реализира следната последователност от посочените по-долу системи :

- Въвеждане на децентрализирани системи за икономическо целесъобразно производство на нисковъглеродна енергия и стабилно натрупване и съхранение на органичен въглерод в почвите;

- Въвеждане на високоефективни селищни екосистеми за извличане и задържане на CO₂ за устойчива превенция предотвратяване на природни бедствия в следствие на климатичните промени;
- Въвеждане на BioCCS (биологично измиване и дълготрайно задържане на въглерод в почвите) практики, за смекчаване на глобалните последици от климатичните промени.
- Въвеждане на обоснована система за устойчиво развитие на региони и смекчаване на последиците от климатичните промени чрез нисковъглеродни практики;
- Реализиране на проекти на кръговата икономика при използване на продуктите и отпадъците от селскостопанското производство ;

С въвеждането им ще се демонстрират и интегрирани ползи от рекарбонизацията на почвите, улавяне и съхранение на въглерод, намаляване на генерираните емисии замърсяващи атмосферата от земеползване и количества биоразградими отпадъци. От друга страна вложените продукти ще подобрят почвеното плодородие и структура.

Резултати и обсъждане

Приложими технологии и технически системи за постигане на целите на въглеродното земеделие в оранжерийните производства.

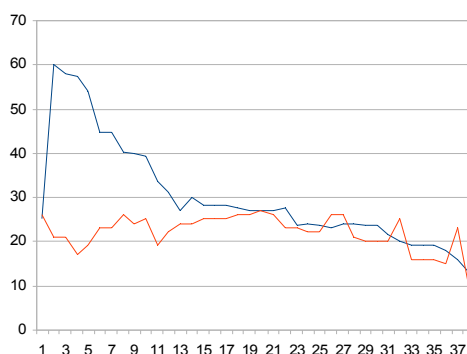
Една от най-често прилаганите технологични схеми и технически системи за регенеративно въглеродно оползотворяване на зелени отпадъци е компостирането осъществявано чрез активирано компостиране в затворени съдове за гарантиране санитаризирането на крайния продукт съгласно изискванията определени както от българското законодателство, така и на тези на Европейската Комисия [EC REG № 1069/2009;2009].. Разработена и приложена е три секционна затворена ротационна система за активирано компостиране - показана на фиг 1. и фиг. 2.



Фигура 1 Ротационна затворена система за ускорено термофилно компостиране

Така конструираната затворената ротационна система и прилагането на активирана технология, гарантират бързото развитие на термофилна фаза - необходимо условие за пълното санитаризиране на крайния продукт от една страна и от друга многократно по краткия срок (в рамките на 28 дни) за пълното завършване на процесът на компостиране.

На фиг. 2 е показана типична температурна графика на процесът на компостиране, осъществяван с прилагане на описваната система.



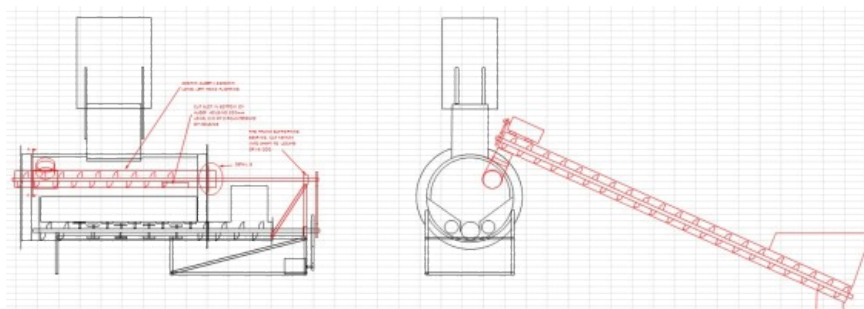
- Дневна температура на въздуха
- Температура на компостиране

Фигура 2 Температурна графика на процесът на компостиране

Предимствата на активирана технология за компостиране е интензифицирания процес на компостиране чрез прилагане на ускорители за компостиране [Kostov.O.,at al; 2019,]. и създадените условия в затворената ротационна система за компостиране, които опозволяват постигане на около трикратно намаляване на необходимото време за компостиране. Резултати от някои оранжерийни производства и получени добиви при използване на описаният метод:

- При производство на домати разсад, добивът се увеличава 125 -237 %. Продуктът се появява на пазара с 15 дни по-рано.
- При оранжерийно производство на домати при капково напояване с прилагането на този вид компост добивът се увеличава с 114 - 121 %.
- При оранжерийно производство на краставици върху зреещ компост, добивът се увеличава 150-170 %, продуктът се появява на пазара по-рано с 10 до 12 дни.

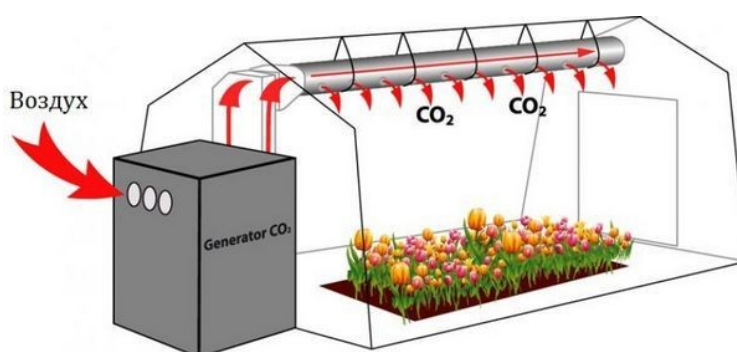
В редица авторски статии [Pelovski Y.at al ;2018] ,[Serafimova E.,at al;2018] , [Iordanov J.at al;2018],[Serafimova E.at al ;2021] са подробно описани различните технически решения на системи за карбонизиране, параметри, качества на крайния продукт и възможностите за използване на биологичен въглен в различни сектори на селското и горското стопанства с цел въвеждане на въглеродно земеделие. От гледна точка на разглежданото приложение в парниковите производства подходящи са пиролизните инсталации, с хоризонтална камера – принципна схема, на която е показана на фиг. 3.



Фигура 3 Принципна схема на пиролизна инсталация с хоризонтална камера

Друг подход в интегрираните системи е въвеждането на въглероден диоксид за организиране на фотосинтеза на растенията в оранжериите. Показаната на фиг.3 пиролизна инсталация с хоризонтална камера позволява без сложни технически изменения от газифицирания поток да се отдели и изведе извън инсталацията при необходимост CO_2 , след което да бъде свързана с подаваща инсталация с определен обем и дебит въглероден диоксид директно върнат в оранжерийното пространство.

Въглеродният диоксид е необходим на растенията при химични реакции (фотосинтеза) за биосинтезата на въглехидратите като основа на хранителните и скелетните компоненти на растителните клетки и тъкани, за да се осигури растеж, развитие и като резултат повишаване на добивите от отглежданите култури. Системата е необходимо да включва: газогенератор, вентилатор, дозиращо устройство, газов анализатор, транспортна линия и софтуерен контрол [Supply of CO_2 in the greenhouse;2022]. Принципната схема за подаване на въглероден диоксид за стимулиране на фотосинтеза на растенията в оранжериите е показана на фиг. 4.



Фигура 4. Принципна схема за подаване на CO_2

С реализирането на подобна система от осъществими нисковъглеродни децентрализирани практики е възможно бързо и ефективно да се мултиплицират ефектите в чисто икономически и социален план и като крайна цел да се изградят основите за въвеждане икономически обоснована “зелена инфраструктура”, “въглеродно земеделие” и “зелена икономика”.

Заклучение

Разработването на национални минимални стандарти за прогнозиране и правилно оценяване на улавянето на въглерод в почвата е от съществено значение. Необходимо е те да отразяват продължителността на въглеродния престой в почвата, за оценка на ефективността на прилагания метод. Получаването на богата на въглерод почва подпомага резултатите на земеделските производители, като подобрява здравето на почвата и увеличава добивите.

Като управленска практика представените интегрирани системи предлагат значителен потенциал за смекчаване на климатичните промени.

Съществува необходимост от по-нататъшно развитие на методите за наблюдение и увеличаване на практическия опит, и подобрени оценки на потенциала за въглеродно земеделие, за повишаване на знанията и намаляване на бариерите пред усвояването на въглерода за земеделски цели.

Литература

EC A new circular economy action plan , COM(2020) 98 final

EC Climate change – restoring sustainable carbon cycles , COM/2021/800
<https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives>.

EC 2022, (www.consilium.europa.eu/bg/meetings/agrifish/2022/01/17/).

EC REG № 1069/2009.

Iordanov J , Yanev R, Pelovski Y., Serafimova E. - Integrated decentralized projects for the introduction of regional "Circular Economy", resource utilization of waste generated in the production and processing of products in agriculture and forestry through regenerative practices., III International Scientific Conference “Conserving Soil and Water”, 29.08.2018 г. Burgas.

Kostov, O.& J. Iordanov, Resource utilization with integrated practices in creating landscape urban infrastructures for mitigating the causes of climate change, Bulgarian Journal of Soil Science Agro chemistry and Ecology, Volume 53, No 3-4, 2019.

Pelovski Y., Serafimova E., Iordanov J, Low - carbon practices for decentralized resource utilization and adaptation to climate changes, International Conference GREDIT 2018, Green development infrastructure technology , Skopje, 2018.

Serafimova E., Iordanov J. , Yanev R., Thermochemical Studies On Different Fuel And Bio-Waste, International Conference GREDIT 2018, Green development infrastructure technology , Skopje, 2018.

Serafimova E., Iordanov J. - Integrated policies and agri-environmental practices in implementing carbon agriculture to mitigate the causes and consequences of climate change . Field Crops Studies (2021) XIV(2-3-4): 107-120 .

Supply of CO₂ in the greenhouse, publication from the site : FarmaFans
<https://bg.farmafans.ru/g%D1%8Abi/12122-podavane-na-co2-v-oranzherijata.html#i->

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ
(РЕЗЮМЕ)

ORAL REPORTS
(ABSTRACT)

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ
(РЕЗЮМЕ)

МОНИТОРИНГ НА ПОЧВИ ОТ ПОЛЯРНИ ЕКОСИСТЕМИ НА О. ЛИВИНГСТЪН (АНТАРКТИДА) И РОЛЯТА МУ ЗА СТРАТЕГИИТЕ ЗА СМЕКЧАВАНЕ НА КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ

Миглена Жиянски

Институт за гората – Българска академия на науките

Тенденциите на глобалното затопляне най-силно се отразяват в динамиката на горната част на литосферата, особено в полярните екосистеми. Влиянието на екзогенните процеси върху компонентите на екосистемите и връзката биосфера-литосферата, т.е. в почви, води до преобразуване на елементните цикли, включително тези на хранителните вещества, в различни времеви диапазони. Полярните екосистеми, и по-специално тези в Антарктика, се характеризират с преобладаване на криосоли /Cryosols/ – това е характерно и за о. Ливингстън. Българската Антарктическа База на остров Ливингстън дава уникалната възможност за провеждане на мониторинг на почвената система в условията на екстремн климат, при липса на пряко антропогенно натоварване и в условията на глобални климатични промени. Данните за почвената система на о. Ливингстън са анализирани в трансекта с 29 точки за пробонабиране в района на БАБ „Св. Кл. Охридски“, от които е събран първичен материал за анализ на морфологията и състава на почвата. В доклада е представен анализ на основните почвени характеристики в полярните екосистеми, анализирани са данни за съдържанието на тежки метали и радионуклиди въз основа на резултати от 1993, 2003, 2018 и 2019 година. Допълнена е световната база данни с информация за процесите на биогенно натрупване и за приноса на полярните екосистеми към въглеродния баланс на локално и регионално ниво за прилагане в стратегиите за смекчаване на климатичните промени.

MONITORING OF SOILS FROM POLAR ECOSYSTEMS IN LIVINGSTON ISLAND (ANTARCTICA) AND ROLE FOR GLOBAL CHANGES MITIGATION STRATEGIES

Miglena Zhiyanski

Forest Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences

Global warming trends are most strongly reflected in the dynamics of the upper lithosphere, especially in polar ecosystems. The influence of exogenous processes on the components of ecosystems and the biosphere-lithosphere connection, i.e. in soils, leads to transformation of elemental cycles, including those of nutrients, in different time ranges. Polar ecosystems, and in particular those in Antarctica, are characterized by a predominance of Cryosols - this is also characteristic of Livingston island. The Bulgarian Antarctic Base on Livingstone Island provides a unique opportunity to monitor the soil system in conditions of extreme climate, in the absence of direct anthropogenic load and under global climate change. The data on the soil system of the Livingston Island were analyzed in the transect with 29 sampling points in the case-study area of BAB "St. Kl. Ohridski", from which primary material was collected for the analysis of soil morphology and composition. The report presents an analysis of the main soil characteristics of polar ecosystems, analyzed data on the content of heavy metals and radionuclides based on results obtained from the realized expeditions in 1993, 2003, 2018 and 2019. The global database has been supplemented with information on biogenic accumulation processes and on the contribution of polar ecosystems to the carbon balance at local and regional levels for further implication in global changes mitigation strategies.

НАПРЕЧНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА РАБОТНА ТЕЧНОСТ ПРИ РОТАЦИОНЕН РАЗПРЪСКВАЧ MICRON

Благой Еленов, Елена Димитрова

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
„Н. Пушкиров”,
Селскостопанска Академия*

Резюме

Качеството на земеделската продукция най-съществено се влияе от прилагането на химичните препарати. В съответствие със съвременните изисквания за качество е необходимо да не се превишават нормите, които причиняват замърсяване и същевременно опазват растенията от болести и неприятели. Това налага търсенето на опръскваща система осигуряваща оптимално капково покритие. Капковото покритие може да се контролира с използването на ротационни разпръсквачи. Те имат това предимство, че чрез промяна на скоростта на въртене и/или дебита на подаване на работна течност може да се получи предвидим размер на капките.

CROSS-DISTRIBUTION OF WORKING FLUID IN A MICRON ROTARY SPRAYER

Blagoi Elenov, Elena Dimtrova

*Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection „Nikola Poushkarov”,
Agricultural Academy*

Abstract

The quality of agricultural production is most significantly affected by the application of pesticides. In accordance with modern quality requirements, it is necessary not to exceed the norms that cause pollution and at the same time protect plants from diseases and insects. This necessitates the search for a spraying system providing optimal droplet coverage. Droplet coverage can be controlled with the use of rotary sprayers. They have the advantage that by changing the rotation speed and/or the flow rate of the working fluid, a predictable drop size can be obtained.

ANALYSIS OF DATA FROM FIELD EXPERIMENTS WITH STANDARD STATISTICAL PACKAGES

Alexander Sadovski

ISSAPP "N. Poushkarov", Sofia
e-mail: bsc.ieas@yahoo.com

Abstract

The main purpose of the present review is to present the capabilities of some standard statistical packages, as well as to illustrate some of their applications on real data. It includes the following statistical packages: IBM SPSS, StatSoft STATISTICA, Statgraphics, NCSS, GraphPad Prism. Data analysis results from field trial are presented to evaluate the effect of interaction between different rates of fertilizers: nitrogen, phosphorus, potassium, and silicon on the vegetation of Wheat (*Triticum aestivum* L.) on Pellic Vertisol, Bozhurishte. Experimental design, which is 1/2 replication of a 2⁴ factor scheme with added control variant was used. Another example is on the development of wheat and finding optimal values of the nutrients in the conditions of field experiment on Alluvial-meadow soil on the experimental field in Tsalapitsa, Plovdiv district. Effect of different fertilizer rates on some quantitative parameters of Maize (*Zea mays* L.) in pot experiment with Alluvial-meadow soil at harvest was studied. Different statistical packages were used in presented data analyses. Some recommendations are given in conclusion.

Key words: *Field experiments, data analysis, statistical packages.*

Резюме

Основната цел на настоящия обзор е да представи възможностите на някои стандартни статистически пакети, както и да илюстрира някои от техните приложения върху реални данни. Той включва следните статистически пакети: IBM SPSS, StatSoft STATISTICA, Statgraphics, NCSS, GraphPad Prism. Представени са резултати от анализ на данни от полски опит за оценка на ефекта от взаимодействието между различни количества торове: азот, фосфор, калий и силиций върху развитието на пшеница (*Triticum aestivum* L.), засята върху излужена смолница, Божурище. Използвана е експериментална схема, която е 1/2 репликация на 2⁴ факторна схема с добавен контролен вариант. Друг пример е върху развитието на пшеница и намирането на оптимални стойности на хранителните вещества в условията на полски опит върху алувиално-ливадна почва на опитното поле в Цаланица, област Пловдив. Изследвано е влиянието на различните торови норми върху някои количествени параметри на царевица (*Zea mays* L.) в съдов опит с алувиално-ливадна почва. В представените анализи на данни бяха използвани различни статистически пакети. В заключение са дадени някои препоръки.

Ключови думи: *Полски опити, анализ на данни, статистически пакети.*

ВЛИЯНИЕ НА ЖЪЛТАТА РЪЖДА (*PUCCINIA STRIFORMIS*) ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА ПРИ ТРИТИКАЛЕ – МЕТОДИ ЗА СКРИНИНГ ПРИ ПОЛСКИ УСЛОВИЯ И РЕЗУЛТАТИ

Христо Стоянов¹, Ваня Иванова¹, Аспарух Атанасов², Радко Михайлов²

¹Селскостопанска академия – София, Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

²Добруджански технологичен колеж, Технически университет – Варна

Жълтата ръжда (*Puccinia striiformis*) е един от най-вредоносните патогени при тритикале, който е в състояние да нанесе сериозни поражения върху продуктивността, и качеството както на зърното, така и на зелената маса от културата. Това налага разработването на устойчиви или толерантни сортове, в зависимост от селекционното направление на използване. Като част от селекционната стратегия, оценката за нападение от жълта ръжда е от особено значение да бъде извършвана точно, бързо и качествено върху голям брой селекционни материали. С цел да бъде проучена появата и нападението от патогена са изследвани в продължение на четири реколтни години (2019-2022), единадесет български и седемнадесет полски сорта тритикале. Отчитането на появата и разпространението е проследявано по модифицираната скала на Cobb, чрез пряко наблюдение върху опитните парцели в три повторения при естествено наличие на патогена. През стопанската 2020/2021 е извършено заснемане с безпилотен летателен апарат с цел да се установи връзката между определени характеристики на изображението и нападението от жълта ръжда. Получените резултати показват, че българските сортове тритикале се нападат в значително по-висока степен, спрямо полските, като особено чувствителни към патогена са сортовете Колорит, Респект и Ловчанец. По-новите сортове Дони 52, Благовест и Борислав се нападат сравнително слабо. От полските сортове най-силно се напада сорт Трисмарт. Резултатите от наблюдението с дрон показват сериозна взаимовръзка между нападението от жълта ръжда и стойностите на NDVI-индекса. Получените данни показват също, че патогенът на жълтата ръжда се влияе изключително много от условията на средата. През стопанските 2019/2020 и 2021/2022 оценките са изключително ниски, поради липса на условия за развитието му. Приложения ковариационен анализ показва, че жълтата ръжда повлиява продуктивността, независимо от останалите условия на средата. Сортове като Бумеранг, Дони 52 и Борислав, въпреки, че се нападат в определена степен, успяват да запазят своята продуктивност, което ги прави ценни както от практическа гледна точка, но и ги превръща в подходящ изходен материал в селекционната програма на тритикале в страната.

Ключови думи: Жълта ръжда, Тритикале, Скрининг.

EFFECT OF YELLOW RUST (*PUCCINIA STRIIFORMIS*) ON PRODUCTIVITY IN TRITICALE - SCREENING METHODS IN FIELD CONDITIONS AND RESULTS

Hristo Stoyanov¹, Vanya Ivanova¹, Asparuh Atanasov², Radko Mihailov²

¹Agricultural Academy - Sofia, Dobrudzha Agricultural Institute - General Toshevo

²Dobrudzha College of Technology, Technical University - Varna

Yellow rust (*Puccinia striiformis*) is one of the most harmful pathogens in triticale, which is capable of causing serious damage to the productivity and quality of both the grain and the green mass of the crop. This necessitates the development of resistant or tolerant cultivars, depending on the breeding direction of use. As part of the breeding strategy, it is of particular importance that the assessment of yellow rust attack be carried out accurately, quickly and qualitatively on a large number of breeding materials. In order to study the emergence and attack of the pathogen, eleven Bulgarian and seventeen Polish triticale cultivars were studied during four crop years (2019-2022). Emergence and spread of the pathogen were tracked using the modified Cobb scale, by direct observation on experimental plots in triplicate in the natural presence of the pathogen. In the 2020/2021 growing period, drone imaging was conducted to establish the relationship between certain image characteristics and yellow rust attack. The obtained results show that the Bulgarian triticale cultivars are attacked to a significantly higher degree than the Polish ones, and the Kolorit, Respect and Lovchanets cultivars are particularly susceptible to the pathogen. The newer cultivars Doni 52, Blagovest and Borislav are attacked relatively weakly. Of the Polish cultivars, the Trismart is the most attacked. Drone monitoring results show a strong correlation between yellow rust attack and NDVI-index values. The data obtained also show that the yellow rust pathogen is highly influenced by environmental conditions. In the economic years 2019/2020 and 2021/2022, the estimates are extremely low, due to a lack of conditions for its development. Applied covariance analysis showed that yellow rust affected productivity independently of other environmental conditions. Cultivars such as Bumerang, Doni 52 and Borislav, despite being attacked to a certain extent, manage to maintain their productivity, which makes them valuable from a practical point of view, but also makes them a suitable starting material in the triticale breeding program in the country.

Key words: Yellow rust, Triticale, Screening

ВАЛИДИРАНЕ НА ПРОГНОЗИРАНИТЕ ПОВЪРХНОСТНИ ВОДНИ ОТТОЦИ И ЕРОЗИРАНА ПОЧВА С МОДЕЛА SWAT ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ПШЕНИЦА И ЦАРЕВИЦА В РАЗЛИЧНИ ПО МАЩАБИ ВОДОСБОРИ

Милена Керчева¹, Милена Митова¹, Вихра Стойнова¹, Гергана Кунчева¹,
Виктор Колчаков¹

¹Институт па почвознание, агротехнологии и защита на растенията
“Н. Пушкиarov”

e-mail: m.mitova@issapp-pushkarov.org

Резюме

Приложен е моделът SWAT (Soil & Water Assessment Tool) (Arnold et al., 2012) за симулиране количеството на повърхностните води и ерозирана почва в два, различни по мащаби, водосбора на река Русенски Лом. Малкият водосбор включва опитното поле по борба с почвената ерозия край с. Тръстеник, Русенско, и позволява да бъде извършено валидиране на прогнозираните показатели с експериментални данни, получени от полски опити. Големият водосбор включва по-голямата част от водосбора на р. Русенски Лом и нейните притоци. При големия водосбор валидирането е извършено с данни за речните оттоци, измерени в хидрологичната станция на НИМХ в с. Божичен, Русенско, посочена като outlet (точка на изтичане) в модела. Използван е интерфейсът QSWAT за QGIS. Симулациите са извършени с многогодишни (1961-2021) ежедневни метеорологични данни и почвени данни за основните почвени единици, включени във водосборите. Използвани са височинен модел на релефа за очертаване на суб-водосборите, почвена карта и карта за начините на земеползване за изчертаване на т.н. хидрологични единици (HRU) Три сценария за начини на земеползване са симулирани в малкия водосбор: монокултурно отглеждане на пшеница и на царевица и ротация на двете култури. Прогнозираните оттоци и загуби на почва показват добра съгласуваност с експерименталните данни, измерени на полето. За големия водосбор са проиграни само първите два сценария. Получени са карти за действителните загуби от почвена ерозия, както и редици от данни за динамиката на повърхностните оттоци, речните оттоци и почвените загуби по години и сезони.

Ключови думи: SWAT модел, повърхностни водни оттоци, речен отток, почвена ерозия, зимна пшеница, царевица.

Благодарности: Авторите изказват благодарност на Фонд „Научни Изследвания“ за финансирането на проект КП-06 Н 46/1 2020 .

VALIDATION OF SIMULATED BY SWAT MODEL SURFACE WATER RUN-OFF AND SOIL LOSSES UNDER WINTER WHEAT AND MAIZE CULTIVATION WITHIN WATERSHEDS OF DIFFERENT SCALES

Milena Kercheva¹, Milena Mitova¹, Vihra Stoinova¹, Gergana Kuncheva¹,
Viktor Kolchakov¹

¹*Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection “Nikola Poushkarov”,
1331 Sofia, Bulgaria
e-mail: m.mitova@issapp-pushkarov.org*

Abstract

The watershed model SWAT (Soil & Water Assessment Tool) (Arnold et al., 2012) was run on two watersheds of different scales within the large watershed of the Rusenski Lom River for simulating the surface water run-off, outflows and soil losses. The small watershed comprises the Experimental field for the soil erosion control near to the village of Trastenik, Ruse, which allows to validate the predicted parameters with the experimental data obtained during the field experiments. The large watershed comprises larger area of the watershed of the Rusenski Lom River and its tributaries. The model performance in this case was evaluated by comparing the simulated water outflow and the registered hydrological data in the hydrological station (specified as outlet in the model) of NIMH near to the village of Bozhichen, Ruse. The SWAT model was applied using QGIS and QSWAT interface. The simulations were carried out using long-term (1961-2021) daily meteorological data and attribute data for the main soil units occurring on the studied territory. The digital elevation model (DEM, 50/50 m) was used for delineation of the sub-basins. The soil map (1:10000) and land use map (CORINE 2006, 1:100000) were used for delineation of the hydrological response units (HRU). Three scenarios for the agricultural lands were investigated on the smaller watershed: continuous growing of winter wheat, maize and crop rotation. The predicted surface water run-off and soil erosion losses show a reasonable coincidence with the available experimental data in the smaller watershed. In case of the larger watershed only the first two scenarios were run. The predicted outflows at the Bozhichen station followed the dynamic of the registered data. The obtained predictions for the actual soil losses, water run-off and river outflows were presented as maps and time series.

Key words: SWAT model, run-off, river outflow, soil erosion, winter wheat, maize.

Acknowledgements: The authors acknowledge funding received from the National Science Fund under grant agreement КП-06 Н 46/1 2020.

ДИНАМИКА НА ПЛЕВЕЛНАТА РАСТИТЕЛНОСТ И ИНТЕГРИРАНА БОРБА С НЕЯ В СЕИТБООБРАЩЕНИЕ СЪС ЗЪРНЕНО-ЖИТНИ КУЛТУРИ

Миладин Назарков, Илияна Герасимова, Здравка Петкова

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията “Н. Пушкин”, 1331 София, ул. “Шосе Банкя” №7, Селскостопанска академия, София, България
e-mail: mil.naz@abv.bg*

Резюме

В обработваемите площи плевелите са основни конкуренти на земеделските култури по отношение на водата и хранителните вещества, като потискат нарастването, намаляват добивите и рентабилността на производството от единица площ.

Цел на изследването е да се установи динамиката на заплевеляване на посевите от зърнено-житни култури и да се проучат възможностите за прилагане на успешна борба с плевелите при условията на Излужена Смолница от Софийското поле. Проучено е влиянието на две нарастващи торови норми и контролен вариант без торене, две системи на обработка на почвата (конвенционална и минимална) и химична борба с хербицидна смес и хербицид с комплексно действие в рамките на двуполно полско сеитбообращение (царевица-тритикале/пшеница) при неполивни условия.

Установено е, че изпитваните агротехнически фактори – сеитбообращение, обработка на почвата, торене и химична борба с плевелите оказват положително влияние върху степента на заплевеляване в посевите от зърнено-житни култури на Излужена смолница. Механичната обработка на почвата е с по-значимо влияние в сравнение с химичната борба. Във вариантите с основна обработка „разрохкване” общото заплевеляване и най-вече, това с многогодишни кореновоиздънкови плевели е по-слабо в сравнение с обработката „оран”. Анализът на резултатите показва, че заплевеляването на посевите в двуполното сеитбообращение, царевица – тритикале/пшеница е от смесен тип. Преобладаващи са видовете от групата на къснопролетните и многогодишните кореновоиздънкови плевели.

От изследването се установява, че при условията на района вторичното заплевеляване с късно-пролетни плевели е преобладаващо. Успешното му решаване изисква системен подход с приложение на различни практики, а основа за ефективността е сеитбообращението.

Ключови думи: плевели; интегрирана борба; сеитбообращения; житни култури, излужена смолница.

DYNAMIC OF WEEDS AND INTEGRATED WEED CONTROL IN CROP ROTATION WITH CEREALS

Miladin Nazarkov, Iliyana Gerasimova, Zdravka Petkova

*ISSAPP "N. Pushkarov", 1331 Sofia, 7 Shosse Bankya St. , Agricultural Academy,
Sofia, Bulgaria
e-mail: mil.naz@abv.bg*

Abstract

In arable soils, weeds are the main competitors of agricultural crops in terms of water and nutrients, suppress growth, reduce yields, and profitability of production per unit area.

The study aims to determine the dynamics of the wedding of cereal crops and to explore the possibilities for applying successful weed control under the conditions of Haplic Vertisols from the Sofia region. The influence of two increasing fertilizer norms and a non-fertilization control variant, two soil tillage systems (conventional and minimal), and chemical control with a herbicide mixture and a herbicide with complex action within a two-field crop rotation (maize-triticale/wheat) under non-irrigated conditions has been studied.

It has been established that the agrotechnical factors tested – crop rotation, soil tillage, fertilization, and chemical control of weeds- positively impact the degree of weeding in Haplic Vertisols cereal crops. The mechanical tillage of the soil has a more significant impact than chemical application. In variants with the main soil tillage "loosening" the total weeding, perennial root weeds are lower than plowing. For this area, a problem is the secondary weeding with late-spring weeds. Analysis of the results shows that the weeding of crops in the two field crop rotation, maize – triticale/wheat is of mixed type. Species in the group of late spring and perennial root weeds are prevalent.

The study shows that secondary weeding with late-spring weeds is dominant under the conditions of the area. Its successful solution requires a systematic approach with the application of different practices, and the basis for effectiveness is crop rotation.

Key words: *weeds; integrated control; crop rotation; cereals.*

СЪДЪРЖАНИЕ НА УРАН В ТЕХНОГЕННИ ПОЧВИ, ФОРМИРАНИ ВЪРХУ ЕСТЕСТВЕНО НАТОВАРЕНИ ПРОЛУВИАЛНИ СЕДИМЕНТИ

Мариела Стойкова, Мариана Христова

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н.Пушкаргов”
София, ул. „Банско шосе” № 7,
e-mail: mariela_stojkova@abv.bg*

Резюме

Изследвано е съдържание на уран (^{238}U) в естествено еволюирали почви с метаморфен и слабо развит профил, по-късно техногенно замърсени от дейността на бившия металургичен комбинат “Кремиковци”, локализиран в подножието на Буховското ураново рудно поле. Анализираният почвени профили са общо шест, в т.ч. пет от промишлената площадка на комбината и един контролен. Данни за стойностите на урана са получени чрез два метода - Масспектрометрия на индуктивно свързана плазма, генерирана чрез лазерна аблация (LA-ICP-MS), едновременно с резултати за над 50 химични елемента, както и измерен чрез дъщерния му продукт – торий (^{234}Th), определен при гама-спектрометричен анализ с многоканален анализатор и детектор с висока чистота на германий (HPGe). Резултатите демонстрират, че съдържанието на уран в изследваните профили в единични случаи превишава фоновите норми от 11-173 Bq/kg и е в рамките (50 ± 5 - 180 ± 40 Bq/kg). Максималните стойности на метала са в профилите, с максимално съдържание на едър пясък, което предполага първично състояние на урана под формата на рудни минерали в обема на проучваните профили. От направеното изследване не се установява характерната връзка на тежкия метал с почвената органика, а се наблюдава акумулация в камбичните хоризонти на метаморфните профили. Фактор за възходяща миграция и акумулация на урана се явява смяната на водно-въздушния почвен режим и установяването на периодични редукционни условия, но като общо заключение - естественият радионуклид търпи миграция от повърхностните хоризонти на изследваните Техногенни почви.

Ключови думи: еволюирали почви, слаборазвит профил, техногенно замърсяване, ^{238}U , лазерна аблация, гама-спектрометрия.

URANIUM CONTENT IN TECHNOSOLS FORMED ON NATURALLY LOADED PROLUVIAL SEDIMENTS

Mariela Stoykova, Mariana Hristova

*Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection
7, Shousse Bankya, Sofia, Bulgaria
e-mail: mariela_stoykova@abv.bg*

Abstract

The content of uranium (^{238}U) in naturally evolved soils with a metamorphic and poorly developed profile, later technogenically contaminated by the activity of the former "Kremikovtsi" metallurgical plant, located at the foot of the Buhov uranium ore field, was investigated. The analysed soil profiles are six, incl. five from the industrial site of the combine and one control. Two methods obtained data on uranium values - Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS), simultaneously with results for over 50 chemical elements, as well as measured by its daughter product - thorium (^{234}Th) determined by gamma spectrometric analysis via multichannel analyser with high purity germanium detector (HPGe). The results demonstrate that the uranium content of the investigated profiles in single cases exceeds the background norms of 11-173 Bq/kg and is within (50 ± 5 - 180 ± 40 Bq/kg). The maximum values of the metal are in the coarsest profiles, with the maximum content of coarse sand, which suggests a primary state of uranium in the form of ore minerals in the volume of the studied profiles. From the research, the characteristic relationship of the heavy metal with the soil organic matter was not established. Still, an accumulation was observed in the cambium horizons of the metamorphic profiles. A factor for the upward migration and accumulation of uranium is the change of the water-air soil regime and establishment of periodic reducing conditions. Still, as a general conclusion - the natural radionuclide undergoes migration from the surface horizons of the studied Technosols.

Key words: evolved soils, poorly developed profile, technogenic contamination, ^{238}U , laser ablation, gamma spectrometry.

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ОРГАНОМИНЕРАЛНИТЕ ТОРОВЕ ВЪРХУ РАСТЕЖА И РАЗВИТИЕТО НА РУКОЛА (EUROCA VESICATORIA SATIVA)

А. Л. Рачова, Ю. И. Енакиев

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
"Никола Пушкиров"*

e-mail: a_rachova1977@abv.bg, yenakiev@yahoo.co.uk

Резюме

Направени са съдови опити с използвани органоминерален тор, получен на базата на птичи тор в гранулиран вид, в насипно състояние и в комбинация с различни допълнителни компоненти върху развитието на тестваната култура – рукола (*Euroca vesicatoria sativa*). Опитите са проведени в условията на вегетационна къща. Направена е агрохимична, химична и физико-механична характеристика на почвата и изпитваните растения след прибирането на опита.

Ключеви думи: *гранулиран органоминерален тор, рукола, съдов опит.*

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ARUGULA (*EUROCA VESICATORIA SATIVA*)

A. L. Rachova, Y. I. Enakiev

*Nikola Poushkarov Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection
(Sofia, Bulgaria)*

Abstract

Vascular experiments were carried out with used organo-mineral fertilizer obtained on the basis of bird manure in granular form, in bulk and in combination with various additional components on the development of the tested crop - arugula (*Euroca vesicatoria sativa*). The experiments were carried out in the conditions of a vegetation house. Agrochemical, chemical and physico-mechanical characterization of the soil and the tested plants was made after harvesting the experiment.

Key words: *granulated organomineral fertilizer, rocket, vascular experience.*

ПОСТЕРНА СЕСИЯ
(ПЪЛЕН ТЕКСТ)

POSTER SESSION
(FULL PAPER)

ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ
(ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)

ОЦЕНКА НА ПОЧВИТЕ ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА БЪРЗОРАСТЯЩИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ ОТ РОД ПАУЛОВНИЯ В ОБЩИНА ДУЛОВО

Кемал Кемал¹, Бисер Христов^{1,2}

¹-Лесотехнически Университет, ²- ИПАЗР „Н. Пушкиров“
Corresponding author e-mail - bisseru@abv.bg

Резюме

Почвите в община Дулово са изключително подходящи за бързорастящи дървесни видове като Пауловнията. Освен дълбоките и плодородни почви като Черноземите, отглеждането на бързо растящи дървесни видове може да има и значителен потенциал и върху изоставени, наклонени и слабопродуктивни земи. Само 3.04 % от почвите в общината са плитки върху варовици, които се определят като неподходящи за отглеждане на Пауловния. Преобладаващите почви в района са Излужените черноземи които заемат около 68%, следват Деградираните черноземи с около 19%. Пауловнията може да бъде ефективна и за защита срещу ерозията, като в района могат да бъдат възстановени бързо горски пояси срещу ветровата ерозия.

Ключови думи: агролесовъдство, бонитента оценка, Пауловния, почвен потенциал.

LAND EVALUATION FOR *PAULOWNIA* SPP. FAST-GROWING TREE SPECIES IN THE MUNICIPALITY OF DULOVO

Kemal Kemal¹, Biser Hristov^{1,2}

1-Forestry University, 2- ISSAPP "N. Pushkarov"
Author's e-mail for correspondence - bisseru@abv.bg

Abstract

The cultivation of fast-growing trees has a high potential for bioenergy production on abandoned and eroded lands. In agroforestry advantageous for using hybrid Paulownia trees or short rotation cultivation are characteristics such as drought tolerance, unpretentiousness to soil composition, and tolerance to wide daily temperature amplitudes. Duloval municipality has an extremely favorable soil cover, where the most fertile soil such as Chernozem soil type is spread. Only 3.04% of the soils are shallow soils on limestone, which are unsuitable for Paulownia. The predominant soils in the area are Haplic Chernozems, which occupy about 68%, and Luvic Chernozems, which occupy 19% of the area. This tree can be used for biomass production, but also it can also be effective for protection against wind and water erosion. Forest belts against wind soil erosion can be recovered in the region.

Key words: soil potential, agroforestry, *Paulownia* spp., land evaluation.

Въведение

България има малка територия, но се отличава с твърде голямо разнообразие на почвите и природните условия. Севернобългарска лесостепна зона в която е разположена община Дулово е с изключително благоприятна почвена покривка, където са разпространени основно Черноземите, които са най-плодородните почви нашата страна. В резултат на тези важни и определящи условия естествено са обособени райони, които предлагат различни условия за интензивно производство на биомаса от интензивни дървесни култури, със специфично съчетание на почвени и климатични фактори (Bachavarova et al., 2005).

През последните две десетилетия видове и хибриди от род Пауловния (*Paulownia*) привличат вниманието на много изследователи, главно поради факта, че те са бързо растящи и подходящи за тестване при по-висока гъстота на засаждане, при къси ротации и притежава потенциал за повторение възпроизвеждане (Gyuleva et al., 2020).

Предвиденото сериозно място на биомасата, биогоривата и биоенергията в енергетиката на България предполага, че бързорастящи дървесни видове като Пауловнията имат шанс за развитие в бъдещето. Чрез използването на бързо растящи култури се открива възможност за покриване на енергийните нужди на местно ниво и създаване на нови работни места при това със значително редуциране на парниковите емисии за смекчаване влиянието на човека върху околната среда (Boyadjieva et al., 2012).

Пауловнията се отнася към дърветата, отглеждани при голяма гъстота и бърза ротация за осигуряване на висок и бърз добив на биомаса и дървесина от декар. Дървесният вид представлява икономически изгоден източник за задоволяване нарастващите нужди на света от дървесна биомаса във време на намаляващи доставки и едновременно с това дава възможност за осигуряване на ефективни програми за възстановяване на обезлесени райони, замърсени и/или ерозирани земи, и за повишаване доходите на местно ниво (Krumov et al., 2013, Stepchich et al., 2016).

Целта на настоящата разработка е да бъде направена характеристика на главните почвени различия, разпространени в община Дулово и да бъдат обособени основните показатели за оценка на пригодност на почвите за отглеждане на бързорастящи култури от род Пауловния за производство на биомаса и ограничаване на риска от ерозия на почвите.

Материали и методи

Потенциала на почвите и пригодността им за отглеждане на земеделски култури се определя чрез бонитетни балове. Това се извършва въз основата на данните за почвите от едромащабните почвени проучвания - Почвена агрохимическа характеристика на земите на гр. Дулово (Todorov et al., 1970). Дигитални карти – архив на ИПАЗР „Н. Пушкиров“.

Бонитетната оценка по култури е определена чрез „Методиката за относителна оценка на селскостопанските земи в България“ (Petrov et al., 1988). Бонитетният бал (ПБЧ – полско бонитетно число) може да бъде със стойности от 0 до 100 единици, при неполивни условия. За определяне на полските бонитетни числа за отделните култури са ползвани почвените показатели, посочени в съответното уравнение на Георгиев (Georgiev, 2007).

Резултати и обсъждане

От общата площ, 570 037 дка., разпределението на стопанисваната земя по видове е както следва: мери /пасища/ - 42 030 дка.; обработваема земя - 309 178

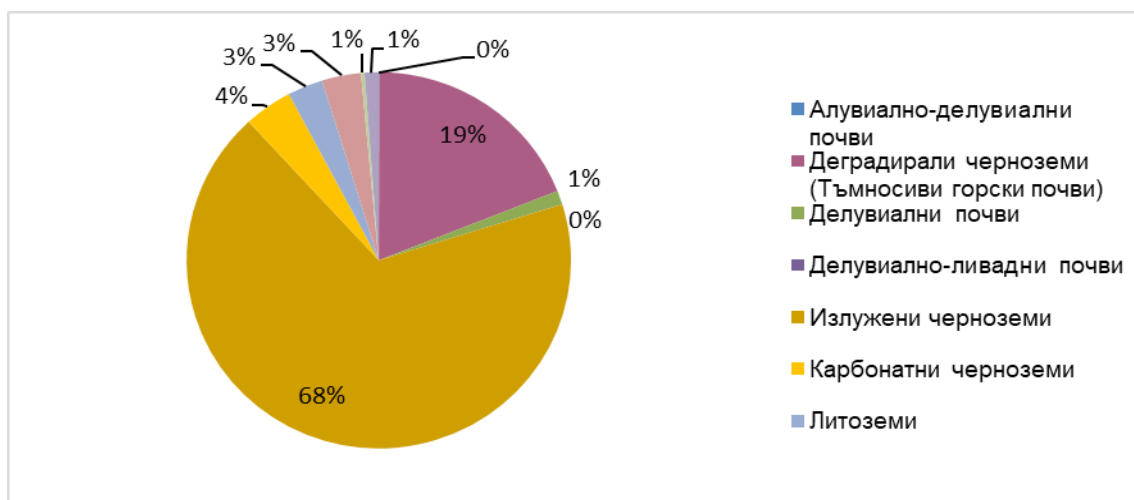
дка.; овощни градини - 9 695 дка.; лозя - 1 810 дка. Природо-географските условия и богатите почвени ресурси са подходящи за отглеждане на селскостопански култури с по-дълъг вегетационен период на развитие. Условията благоприятстват зърнопроизводството, залагането на тревно-фуражни и технически култури. Площта на горския фонд е 132 249 дка., в т.ч. общински гори 42 787 дка. Преобладават насаждения от дъб и габър (Municipality of Dulovo, 2020).

Таблица 1. Разпространение на основните видове почви в общ. Дулово, (Todorov et al., 1970)

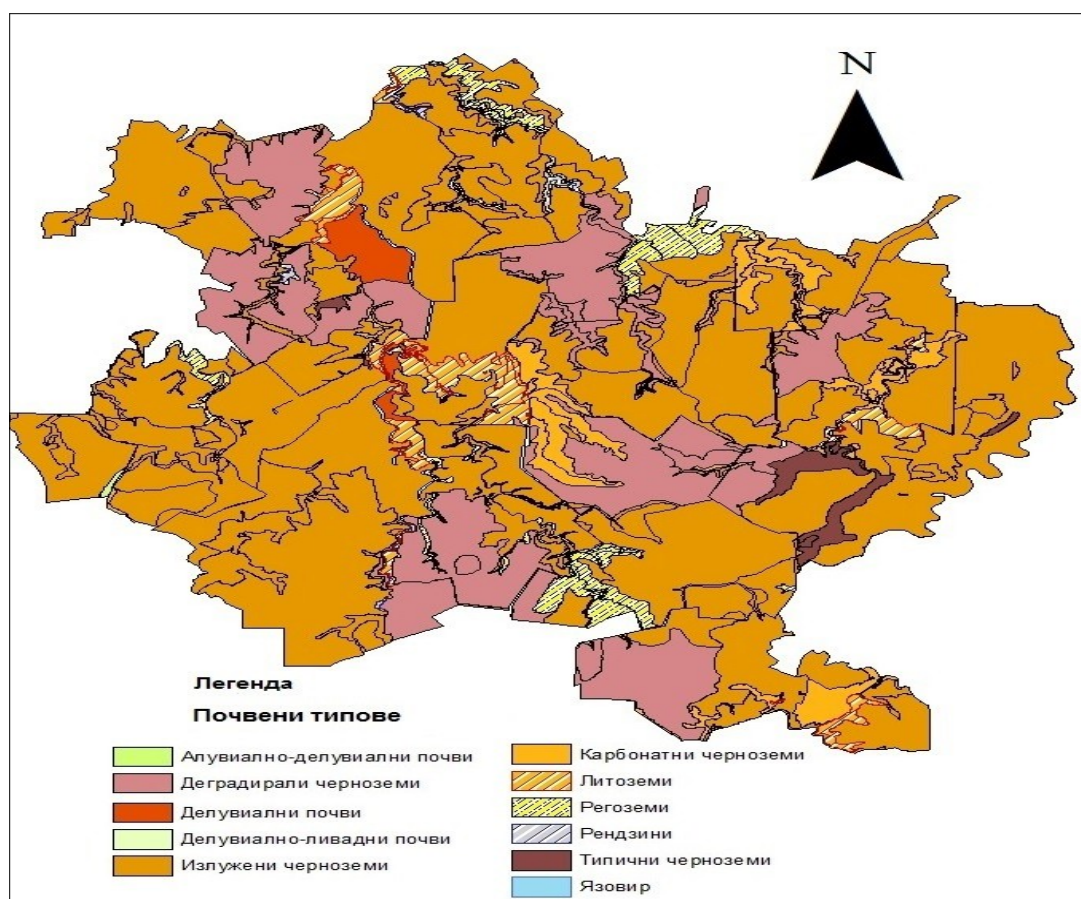
Table 1. Distribution of the main soil types in Dulovo municipality, (Todorov et al., 1970)

Почвени разновидности	Площ в ха	Площ в %
Алувиално-делувиални почви	24	0.05
Деградирали черноземи (Тъмносиви горски почви)	9813	18.95
Делувиални почви	616	1.19
Делувиално-ливадни почви	5	0.01
Излужени черноземи	35202	67.98
Карбонатни черноземи	2114	4.08
Литоземи	1544	2.98
Регоземи	1702	3.29
Рендзини	154	0.30
Типични черноземи	613	1.18

Община Дулово се намира в район с благоприятни почвено-климатични условия за развитие на земеделие. Обработваемата земя в община Дулово е 374 851 декара, което представлява близо 70% от площта на общината. Делът на реално използваните обработваеми площи също е много по-висок (над 80%) поради леснодостъпната и плодородна земя, която облагодетелства уедрен модел на селскостопанската дейност при основните култури. В общината няма поливни площи.



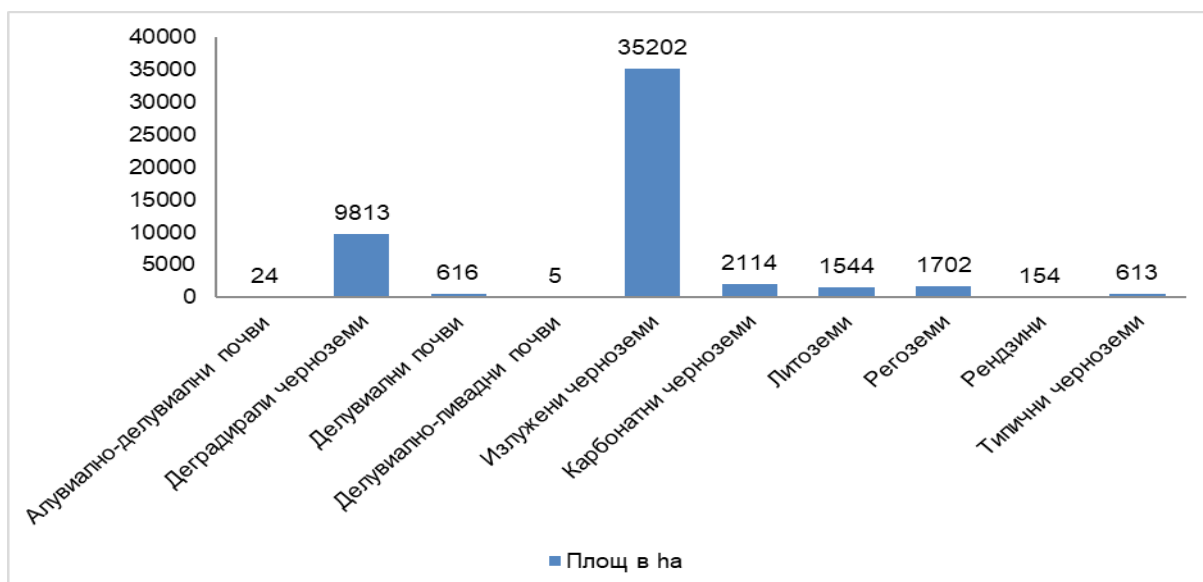
Фигура 1. Разпределение на основните почвени типове в общ. Дулово
Figure 1. Distribution of the main soil types in Dulovo municipality



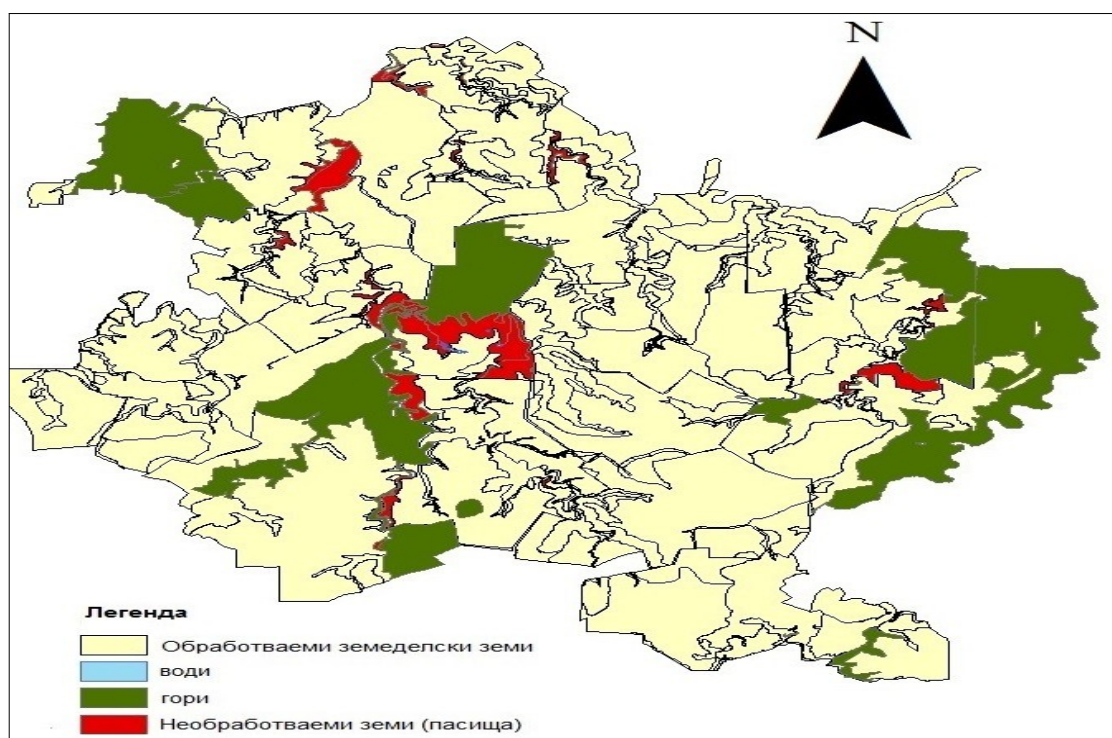
Фигура 2. Почвена карта на община Дулово
Figure 2. Soil map of Dulovo municipality

Преобладаващите почви в района на община Дулово, които заемат близо 68% от обработваемата земя, са Излужените черноземи. Те са образувани основно върху лъос при наличието на тревна растителност но и в гори. Деградиралиите черноземи заемат около 19%. В миналото тези почви са определяни като Тъмносиви горски почви (Teoharov et al., 2019). Те се отличават с високо естествено плодородие. Образувани са също върху по-глинест лъос с съдържание на карбонатни. Срещат се още и Алувиално-делувиални почви, Делувиални почви, Делувиално-ливадни почви, Карбонатни черноземи, Литоземи, Регоземи, Рендзини, Типични черноземи.

На територията на общината не са регистрирани вкисляване и засоляване на почвата, свлачища, пунктове за мониторинг, замърсяване и запечатани почви (Municipality of Dulovo, 2020).



Фигура 3. Разпределение на основните почвени типове в общ. Дулово в ха
Figure 3. The cover of main soil types in Dulovo municipality



Фигура 4. Използване на земите в общ. Дулово
Figure 4. Land use in Dulovo municipality

Природо-географските условия и богатите почвени ресурси са подходящи за отглеждане на селскостопански култури с по-дълъг вегетационен период на развитие. Трябва да се отбележи, че горските масиви заемат 23% от територията на общината (фигура 4). От категорията на земите в таблица 11 става ясно, че първа категория земи в общината са около 9.9 ха или 0.02 %. Най-разпространени са земите от трета категория. Те заемат обща площ около 51 % или 25943 ха (Таблица

2). Следват втора и четвърта категория със съответно 4501.1 ha (8.9 %) и 3811.3 ha (7.36%). Много добри земи са тези от 1 – 2 категория с полски бонитетни числа между 100 и 80 бала. Трета и четвърта категория са така наречените „Добри земи“ с полски бонитетни числа (ПЧБ) от 80 – 60 бала. Земите от пета и шеста категория са съответно около 6 и 7 %. Тези земи са от групата на „Средно добрите земи“ от трета бонитетна група с полски бонитетни числа (ПЧБ) от 60 – 40 бала.

Таблица 2. Категория и площ на земите в общ. Дулово в % и ha
Table 2. Category and area of land in Dulovo municipality - % and ha

Категория земи	Площ в ha	Площ в %
1-категория	9.9	0.02
2-категория	4501.1	8.69
3-категория	25943.1	50.09
4-категория	3811.3	7.36
5-категория	3141.3	6.06
6-категория	3813.8	7.36
7-категория	415.7	0.80
8-категория	175.2	0.34
9-категория	9731.6	18.79
10-категория	122.4	0.24
Некатегоризуеми земи	128.7	0.25

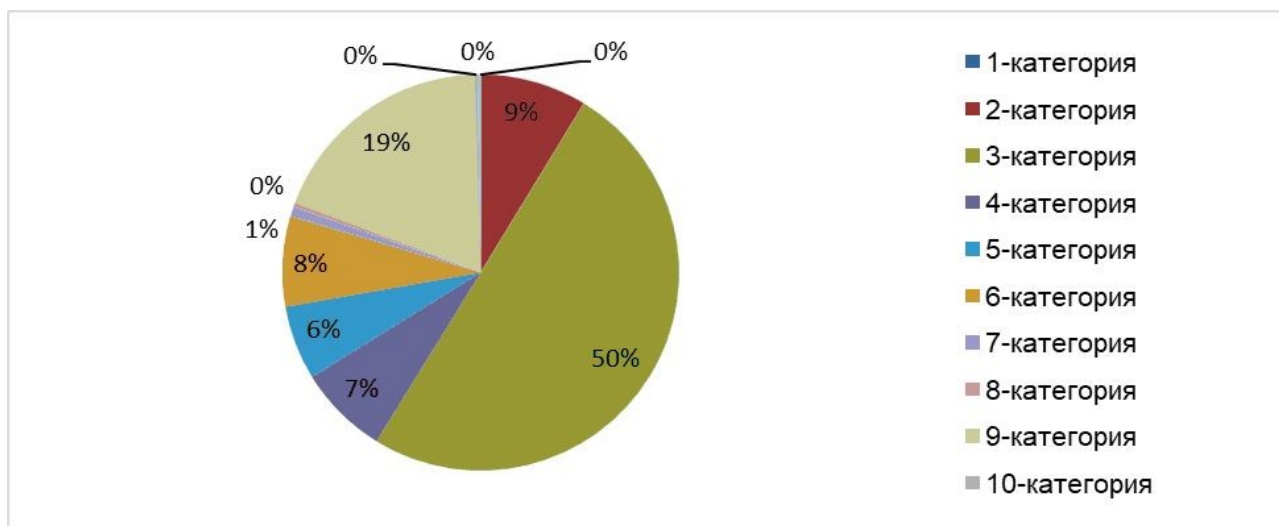
Останалите земи са Лоши земи или непригодни за земеделие земи, които най-често са пасища и ливади или са част от горския фонд, като земите от 9 категория заемат около 18.8 % или 9732 ha.

Видовете Пауловния, които най-често се препоръчват за отглеждане, у нас са *Paulownia tomentosa* (императорско дърво), *P. fortunei* (белоцветна пауловния), *P. elongata* (изумрудено дърво) и хибридът *P. shan tong* (*P. shannaxi*), който е кръстоска между *P. tomentosa* X *P. fortunei*. Императорското дърво и *P. shan tong* понасят по-добре ниските зимни температури до -25°C, докато *P. fortunei* и *P. elongata* са по-чувствителни към тях и следва да бъдат засаждани на места, при които температурите рядко падат под -15°C (Krumov et al., 2013).

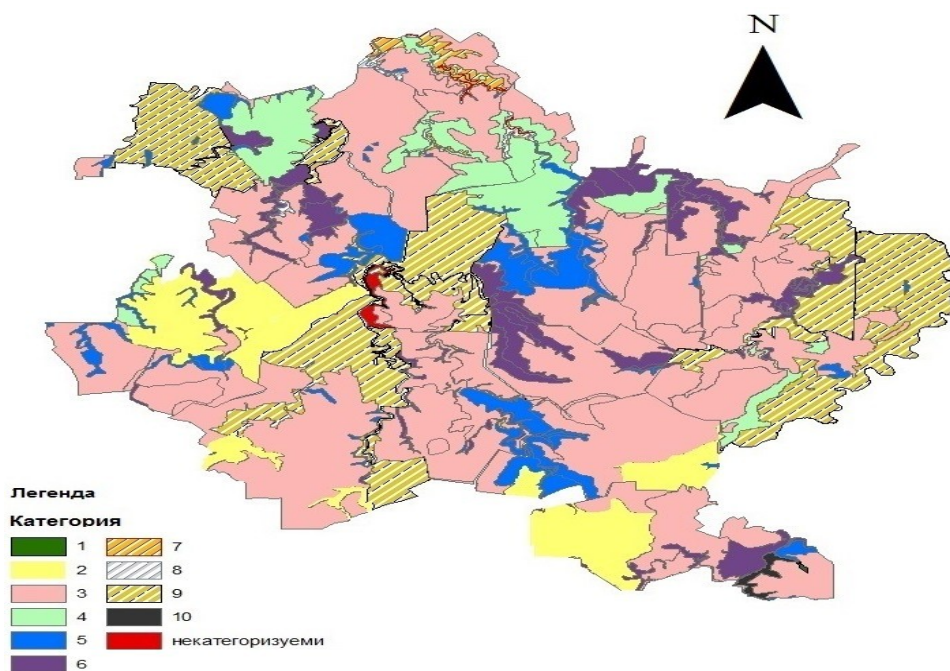
В община Дулово средните абсолютни минимални температури за годината са минус 2-3 °C за януари. Средните абсолютни максимални температури са 23.7 °C, като през юли достигат често над 35 °C. Абсолютните минимални температури са около -32 °C. Следователно трябва да се внимава със засаждането на различните видове от род Пауловния.

По-бързо растящите пауловнии са алтернатива на все по-голямото чисто натурално разнообразие. Пауловнията може също да бъде използвана като алтернатива на редица бързорастящи дървесни видове отглеждани у нас.

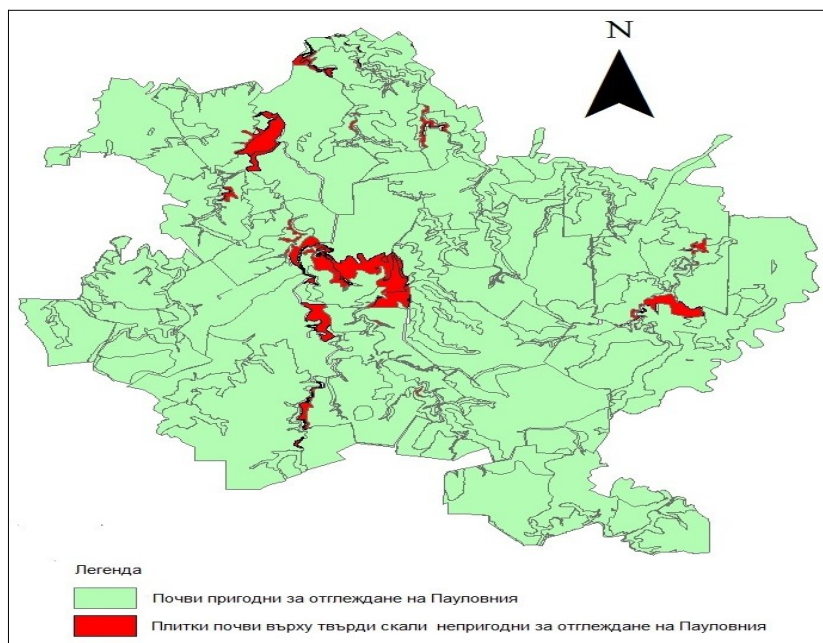
Климата за отглеждане на Пауловнията трябва да е умерено топъл до топъл. Тя цъфти най-много при дневна температура от 24-30°C. Растежът се ограничава при дневни температури от 15-20°C. Добре е почвите да имат високата аерация (Krumov et al., 2013).



Фигура 5. Процентно разпределение на различните категории земи в общ. Дулово
Figure 5. Distribution of different categories of land in Dulovo municipality



Фигура 6. Категория на земите в общ. Дулово
Figure 6. Category of lands in Dulovo municipality



Фигура 7. Пригодност на земите в общ. Дулово за отглеждане на видове от р. Пауловния (в зелено цвят дълбоки почви с благоприятни химични и физични свойства)

Figure 7. Suitability of lands in Dulovo municipality for growing *Paulownia ssp.* (in green color deep soils with favorable chemical and physical properties)

Песъчливите до леко глинестите почви са най-добри. Леко глинести почви могат да се получат с внасяне на органични подобрители (оборски тор, компости, торф и др.). Тежко глинестите почви не се препоръчват но в община Дулово, такива почви почти не се срещат. Почвите със слоист непроницаем горен слой също трябва да се избягват. Дървото се развива най-добре върху слабо кисели до слабо алкални почви (рН 6,0 - 7,5). Пауловнията не расте върху постоянно влажни и заблатени почви. Затова преовлажнените и ниски терени трябва да се избягват. Подпочвените води трябва да бъдат поне 1,5 m или повече под повърхността. Почвата трябва да е добре дренирана и пропусклива (Icka et al., 2016).

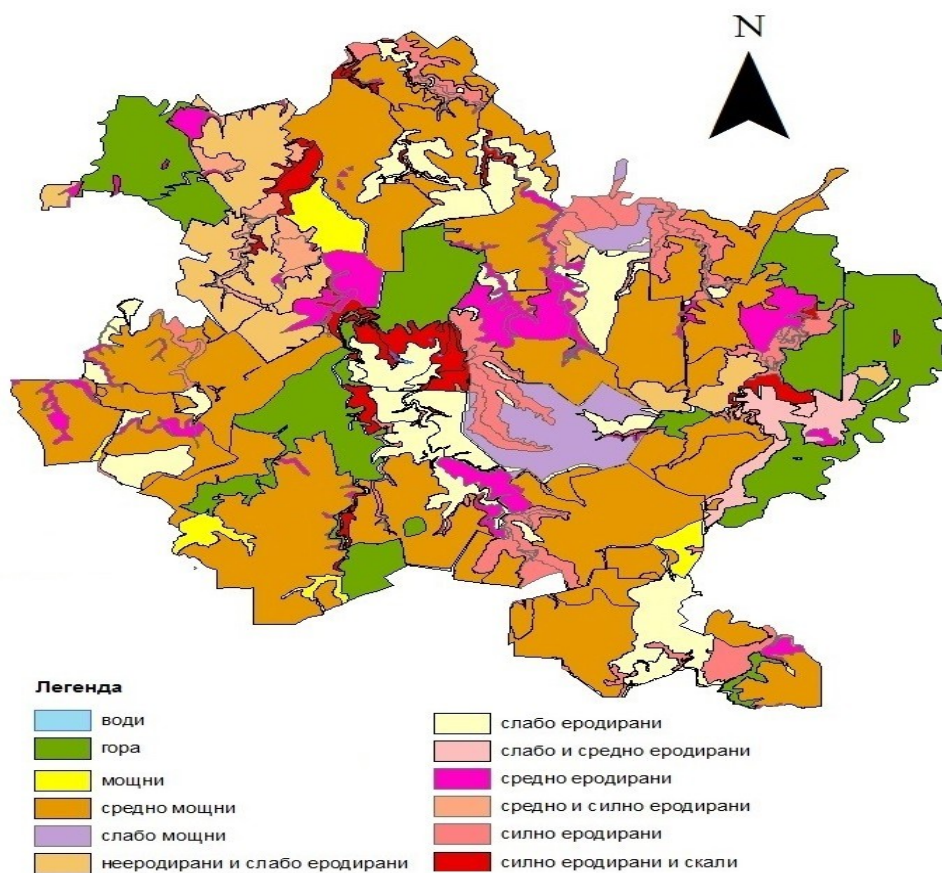
Таблица 3. Пригодност на земите за отглеждане на Пауловния

Table 3. Suitability of lands for growing *Paulownia ssp*

Видове земна повърхност	Площ в ha	Площ в %
Плитки почви върху твърди скали непригодни за Пауловния	1575.45	3.04
Почви пригодни за отглеждане на Пауловния	50210.20	96.94
Водни обекти	8.35	0.02

Почвите в община Дулово са изключително подходящи (Таблица 3). Около 97 % от тях са дълбоки почви и само 3.04 % са плитки, основно върху варовици – главно Рендзини, с неблагоприятни свойства (Фиг.7) (Ilinkin et al, 2017). Изследваните дълбоки почви почти навсякъде притежават подходяща почвена реакция между 5.8 – 8.0. Също така повечето от тях притежават добър механичен състав с изключение на Деградиралите черноземи, където има повече глина в дълбочина. Подпочвени води

рядко се срещат в община Дулово, поради липсата на реки а водните обекти (язовири, езера и блата) заемат само 0.02 % от територията.



Фигура 8. Карта на ерозията на почвите в община Дулово
Figure 8. Map of soil erosion in Dulovo municipality

Пауловнията може да се използва за производство на биомаса върху ерозирали наклонени терени, за залесяване на опожарени територии и за изграждане на полезащитни горски пояси, за смесено отглеждане на пояси с полски култури (интеркропинг). Особено е подходящо засаждането на пшеница, царевица, памук, рапица и други, между редовете на Пауловнията на пояси от 5x20 m, 5x50 m. Изграждане на защитни горски пояси, както и ивици от дървета с площ, по-голяма от един декар, и широчина над 10м. Тези пояси могат да увеличават с 20-30% добивите (Marcotrigiano et al., 1988; Krumov et al., 2013).

Пауловнията с кратка ротация може се фокусира главно върху способността и да произвежда големи количества лигноцелулозна биомаса, която може да се използва като гориво за производство на топлина или електричество. Възможно е от 2-годишни при управление на къси ротации, при висока гъстота на засаждане може да се осигури максималени добиви на биомаса от 7,2-14,0 t/ha (Zuazo et al., 2013).

В община Дулово около 3.04 % от площите са плитки или силно ерозирали до основните скали (Таблица 4 и фиг. 8). Още 7.37 % или 3815.7 ha от земите на общината са силно ерозирали почви или общо над 10 % от почвите са силно засегнати от ерозия. Средно ерозираните земи са около 5.89 % а слабо ерозираните са 10.52. %. Може да се обобщи че 70 % от земите в община Дулово не

са повлияни от ерозия. Останалите 30 % са засегнати в някаква степен от тези процеси и там могат да бъдат изградени или възстановени горските пояси чрез използването на Пауловния за бърз растеж.

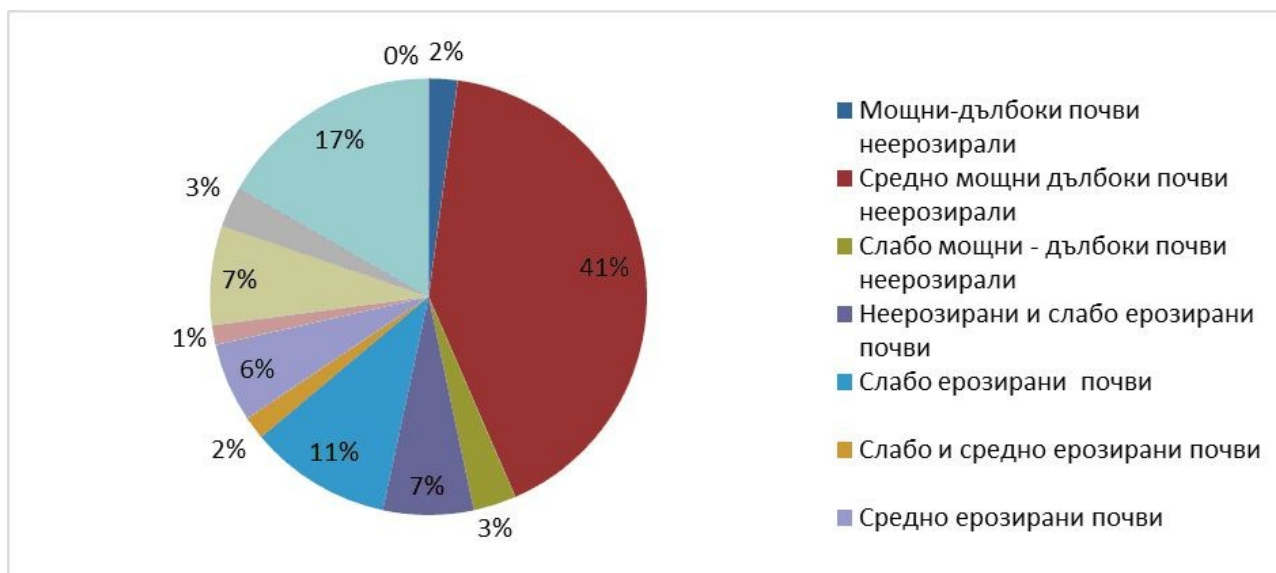
За защита от ветровата ерозия горските пояси от Пауловния могат да се разполагат напречно на посоката на преобладаващите ветрове, а за защита от водната ерозия на наклонените площи – по посока на хоризонталите на склоновете. Тези пояси намаляват и вредата от ветровата ерозия.

В първите години от развитието си Пауловният образува изключително големи листа, които я правят податлива на вятър. Силните ветрове могат да причинят увреждане на листата, до силно обезлистване. Поради добрата си способност да се регенерират, растенията могат бързо да компенсират тези щети. Въпреки това потенциалът им за растеж ще бъде временно намален. С нарастване на възрастта, растенията ще намалят размера на листата си и тези-тяхната податливост на вятър. Ако редовно се очакват силни ветрове, поне младите растения трябва да бъдат защитени през първите три години (Zhu, et al., 1986).

Таблица 4. Степени на ерозия на почвите в общ. Дулово по площ в ха и %
Table 4. Degrees of soil erosion in Dulovo municipality by area in ha and %

Степен на ерозия	Площ в ха	Площ в %
Мощни-дълбоки почви неерозирали	1108.4	2.14
Средно мощни дълбоки почви неерозирали	21419.0	41.35
Слабо мощни - дълбоки почви неерозирали	1646.5	3.18
Неерозирани и слабо ерозирани почви	3464.2	6.69
Слабо ерозирани почви	5450.9	10.52
Слабо и средно ерозирани почви	873.8	1.69
Средно ерозирани почви	3049.3	5.89
Средно и силно еродирани	743.6	1.44
Силно ерозирани	3815.7	7.37
Силно ерозирани и скали	1575.5	3.04
Горски територии - неерозирали земи	8638.7	16.68
Водни обекти	8.4	0.02

В община Дулово, където често се проявяват силни ветрове, главна задача на поясите е да намаляват силата на вятъра, с което почвата се предпазва от издухване (ветрова ерозия), намалява се изпарението на влагата и тя се използва по-пълноценно от растенията. През зимата горските пояси запазват снежната покривка от издухване и осигуряват по-равномерно разпределение на снега по повърхността на земята. Това предпазва посевите от измръзване и позволява равномерно навлажняване на почвата. Полезащитните горски пояси са от изключително значение в борбата срещу климатичните промени. Тези пояси осигуряват условия за натрупване и запазване на влагата, подобряват водния запас в почвата. Главна задача на горските пояси на наклонени площи е да осигурят по-пълно поглъщане на повърхностните води, с което да намалят силата на стичащата се по наклона вода, получена от топенето на снега или при проливни дъждове. По този начин се подобрява водният режим на почвата по склона и се намалява водната ерозия (Dimitrov et al., 2014).



Фигура 9. Разпределение на почвите по степени ерозия в общ. Дулово в %
Figure 9. Distribution of soils by degrees of erosion in the municipality of Dulovo in %

Полезащитните горски пояси в Добруджа са с площ около 65 хил. дка. защитават от ветровете около 3 млн. дка.. Площта на полезашитните пояси е 2% от тази на защитената площ (Rousseva et al., 2010).

Ефектът от полезашитните пояси е защита от вятъра, оттам задържане на снега, намаляване на ветровата ерозия на почвата (отнасянето ѝ), намаляване на изпарението на влага от почвата, както и намаляване на снегонавяванията по пътищата.

Изводи

Почвите в община Дулово са изключително подходящи за отглеждане на бързорастящи дървесни видове за биомаса като около 97 % от тях са дълбоки с благоприятни почвени свойства. Само 3.04 % от почвите са плитки почви върху варовици, които се определят като неподходящи за отглеждане на Пауловния. Според категоризацията на земеделските площи в община Дулово, най-разпространени са земите от трета категория (добри земи), които заемат обща площ около 51 %. Земите от осма, девета и десета категория, заемащи около 19 % са непригодни за земеделие и най-често са пасища и ливади или са част от горския фонд, като могат да се използват за бързорастящи дървесни видове.

Преобладаващите почви в района са Излужените черноземи, които заемат близо 68%. Деградираните черноземи заемат около 19%, и също се отличават с високо плодородие. Общата площ на Черноземите е над 91 %, като включва още Карбонатните черноземи и Типичните черноземи. Тези почви са много подходящи за отглеждане на Пауловния. Междублоковите пространства могат да се залесяват като полезашитни горски пояси, за борба с ветровата ерозия.

Литература

- Bachvarova, S., B. Georgiev, M. Teoharov, A. Samlieva, V. Krasteva, 2005. North-East Agrotechpark In: Evaluation of the agro-ecological potential of the territory of the agroparks in the country, optimizing the structure of agricultural production, Scientific works of the National Academy of Sciences , vol. 2,. (Bg)
- Boyadzhieva, G., B. Baikov, 2012. Ecological assessment of the Paulownia energy crop in Bulgaria, Ecologization, NBU, 34-39, 2012. (Bg)

- Dimitrov P., S.Rousseva, I. Malinov, 2014. Soil erosion and protection measures. Ed. center at R.U. "Angel Kanchev", 182 pages, ISBN 987-619-7135-02-2. (Bg)
- Georgiev B., 2007. Valuation of agricultural lands - theoretical foundations and practical approaches for the conditions in Bulgaria. Dissertation, 193 pages, Fund of IP "N. Pushkarov", Sofia. (Bg)
- Gyuleva, V., T. Stankova, M. Zhyanski, M. Glushkova, E. Andonova, 2020. Growth and Development of *Paulownia tomentosa* and *Paulownia elongata* x *fortunei* in Glasshouse Experiment. Bulgarian Journal of Soil Science, 5(2), 126–142.
- Icka, P., R. Damo, & E. Icka, (2016). *Paulownia tomentosa*, a fast growing timber. Ann. Wallachia Univ. Targoviste, Agric, 10(1), 14-19.
- Ilinkin, V., S. Bogdanov, A. Goleva 2017, Characteristics of Rendzinas in the Ludogorie Region. Bulgarian Journal of Soil Science, 2(1), 32–41. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2585635>
- Krumov. V., Y. Deyanov, 2013, *Paulownia* - an alternative species for marginal lands and green energy, Ed. Ambosia NT OOD, 13 pages. ISBN 978-945-92592-8-5 (Bg)
- Marcotrigiano, M., L. Jagannathan, 1988. *Paulownia tomentosa* 'Somaclonal Snowstorm'. HortScience (USA), 23(1) 226 – 227.
- Municipality of Dulovo 2020. Waste management program. <https://dulovo.bg/sites/default/files/attachments/programa-za-upravlennie-deynostite-po-otpadcite-dulovo-2017-2020.doc> (Bg)
- Petrov, E., Iv. Kabakchiev, P. Bozhinova, A. Stoeva, Ya. Georgieva, E. Hershkovich, D. Dilkov. 1988. Methodology for work on the cadastre of agricultural lands in the NRB. NAPS Association, Sofia, 144 pages (Bg)
- Rousseva, S., L. Lozanova, D. Nekova, V. Stoyanova, Hr. Dzhodzhov, E. Tsvetkova, I. Malinov, V. Krumov, S. Chehlarova-Simeonova. 2010. Risk of soil erosion in Bulgaria and recommendations for soil protection use of agricultural lands. Part I. Northern Bulgaria. Ed. PublishSySet-Eco. Sofia. (Bg)
- Stepchich A., E. Markov 2016. Ability to grow *Paulownia* spp. on reclaimed areas. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, vol. 19, 1, 2016, (218-226)
- Teoharov, M., 2009. The soil and land of Bulgaria - a national and centuries-old treasure, PSSE, 220 pp. (Bg)
- Teoharov M., et al. 2019. "Genetic and applied classifications of soils and lands in Bulgaria". BPD, ISBN 978-619-90414-3-7, 214 pages (Bg)
- Todorov B., K. Barbutov, 1970, Soil Agrochemical Characterization of the Lands of TKZS, Dulovo, Archive of IPAZR "N. Pushkarov", Sofia, 35 p. (Bg)
- Zhu, Z. H., C. J. Chao, X. Y. Lu, Y. G. Xiong, 1986. *Paulownia* in China: Cultivation and utilization. Chinese Academy of Forestry. Published by Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre, ISBN 9971-84-546-6, 1-72.
- Zuazo, V.H.D., F.P. Torres, & C.R.R. Pleguezuelo, 2013. Biomass yield potential of paulownia trees in a semi-arid Mediterranean environment (S. Spain). International Journal of Renewable Energy Research (IJRER), 3(4), 789-793.

КАЧЕСТВО НА ПРОДУКЦИЯТА ОТ ДОМАТИ В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПОЛИВНАТА НОРМА И ФЕРТИГАЦИЯТА

Иванка Митова, Емил Димитров, Весела Петрова*

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
"Н. Пушкиров", София 1309, ул. Шосе Банкя 7,
Селскостопанска Академия
e-mail: vessi1@abv.bg

Резюме

През периода 2017- 2019 г върху излужена канелена горска почва при поливни условия на открито, са проведени изследвания с детерминантен сорт домати „Николина F1” средно ранно производство. Установено е влиянието на 50 и 100% поливни норми и нарастващо торене чрез фертигация ($N_{15}P_8K_{15}$; $N_{20}P_{12}K_{20}$ и $N_{25}P_{16}K_{25}$) върху качеството на формираната на продукция.

Резултатите от тригодишното изследване показват по-високи качествени показатели при домати с редуцирано напояване в сравнение с 100% поливна норма с 6.0% по-високо съдържание на сухо вещество, с 12.3% повече общи захари, 16.99% по-високо захаро-киселинно число, както и намалено с 8.3% киселинно съдържание. По отношение на сухото вещество, общите захари и захаро - киселинно число като оптимален и при двете поливни норми се явява варианта торен с $N_{20}P_{12}K_{20}$. И при двете поливни норми се наблюдава тенденция киселинното съдържание в плодовете да нараства с торовата норма, докато при аскорбиновата киселина не се наблюдават изразени тенденции през годините.

Ключови думи: детерминантен сорт домати, напояване, фертигация, биохимичен анализ на плодовете.

TOMATO PRODUCTION QUALITY DEPENDING ON IRRIGATION RATE AND FERTIGATION

Ivanka Mitova, Emil Dimitrov, Vesela Petrova

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection
"N. Poushkarov", Sofia 1309, Shose Bankia 7.
Agriculture Academy*

Abstract

During the period 2017-2019, on leached cinnamon forest soil under outdoor irrigation conditions, research was conducted with a determinant tomato variety "Nikolina F₁" - medium early production. The influence of 50 and 100% irrigation rates and increasing fertilization through fertigation ($N_{15}P_8K_{15}$; $N_{20}P_{12}K_{20}$ and $N_{25}P_{16}K_{25}$) on the quality of the formed production was established. The results of the three-year study show higher quality indicators for tomatoes with reduced irrigation compared to 100% irrigation rate - with 6.0% higher dry matter content, 12.3% more total sugars, 16.99% more - high sugar-acid number, as well as reduced by 8.3% acid content. In terms of dry matter, total sugars and sugar-acid number, the $N_{20}P_{12}K_{20}$ fertilizer option is optimal for both irrigation

rates. With both irrigation rates, a tendency was observed for the acid content in the fruits to increase with the fertilizer rate, while no pronounced trends were observed for ascorbic acid over the years.

Key words: *deterministic tomato variety, irrigation, fertigation, biochemical analysis of fruits.*

Въведение

Ограничените водни ресурси в световен мащаб, както и конкуренцията сред промишлените, селскостопанските и градските потребители става все по-сериозна, което налага непрекъснатото подобряване на поливните практики, особено в такъв интензивен отрасъл като зеленчукопроизводството (Tesfay T., et al., 2020). Неконтролираната експлоатация на подпочвените води има сериозни последици, като понижаване на нивото им, намаляване на стопанисваните площи, както и интензивни процеси на засоляване и влошаване на плодородието им.

Съвременното земеделие е изправено пред две задачи: от една страна да поддържа добива и качеството на културите, като същевременно повишава ефективността на използване на водата, и от друга да намали производството на замърсители в селското стопанство, което се получава при неразумно поливане (Djurović et al., 2016; Hou M. et al., 2017; Tang et al., 2016). Безконтролното напояване и торене могат да компрометират добивите, да влошат качеството на реколтата, и да провокират натрупване на нитрати и пестициди в почвата и подпочвените води.

Комбинацията от фертигация, съчетана с микронапояване осигурява техническо решение, чрез което хранителни вещества и вода могат да бъдат доставяни към културата чрез високо прецизни интервали от време и пространство, като по този начин позволяват висока ефективност на използване на хранителните вещества (Ankush and Sharma, 2017; Incroci et al., 2017). Ефективността на използването на хранителни вещества от растенията при фертигация е с много по-високи резултати (до 90%), в сравнение с други системи за внасяне на торовете (40–45%) (Agostini et al., 2010).

Управлението на водата и хранителните вещества, предоставени с торовете, са двата основни абиотични фактори, влияещи върху растежа и продуктивността на културите (Wang et al., 2015). Качеството на домати е общият резултат от различни индивидуални и комбинирани взаимодействия от фактори и показатели (Wang et al., 2015). Изследванията показват (Wang et al., 2015), че във всички държави производството на домати се увеличава, при което потребителското търсене постепенно се променя от увеличено количество плодове до плодове с по-добро качество. Необходими са актуални данни получени при разнообразни почвени и климатични условия свързани с поливните режими и торене на домати като стабилна основа за производството на домати с постижим баланс между висок добив и високо качество на плодовете.

Целта на настоящото проучване е да се определи влиянието на нарастващи поливни норми и торене чрез фертигация върху формирането на продукция с високо качество.

Материали и методи

Изследванията са проведени при поливни условия върху излужена канелена горска почва на ОП „Челопечене“ на ИПАЗР “Н. Пушкиров”. Като опитна култура е използван средно ранозрял детерминантен сорт „Николина F1” – селекция на ИГ–БАН. Почвата в опитния участък е слабо хумусна 1.44% със слабо кисела реакция – pH_{H_2O} – 6,2; pH_{KCl} – 5,4. Съдържанието на минерален азот е ниско – 16.1 mg.kg⁻¹ почва. Степента на запасеност с подвижни форми на фосфор и калий е средна – 11.4 mg P_{100g-1} и 17,7 mg K_{100g-1} почва. Схемата с вариантите на експеримента е

представена в (таблица 1). Опитът е заложен по метода на дългите парцели в четири повторения, с големина на опитната парцелка 7.5 m². Напояването се извърши чрез инсталация за капково напояване. Поливните крила за капково напояване са избрани в зависимост от контурите на навлажняване при канелена горска почва, разстоянието между капкообразувателите е 0.30 m, с изтичащо водно количество 2 l.h⁻¹. Те са поставени по два във всяка лента непосредствено до стъблата на домати на повърхността на терена.

Растенията са засадени в двуредова лента по схема 100+60x30. Азотният (амониева селитра) и калиевият (калиев хлорид) торове при всички варианти с торене са внесени трикратно с поливната инсталация. Торовите норми са разделени по равно и внесени до фаза масово формиране на завързи. Фосфорната норма, под форма на двоен суперфосфат е внесена през есента с дълбоката оран.

Изследванията върху плодовете от домати са направени в стопанска зрялост върху средна проба от 10 плода от всяко повторение на вариантите включени в опита. Анализите са проведени в лабораторията на ИПАЗР „Н. Пушкиров“ и ХТМУ. След изсушаване на пробите при 65°C с предварителна фиксация при 110°C е определено абсолютно сухото вещество (АСВ). Съдържанието на захари в плодовете е определено рефлектотрично. Методът се основава на превръщането на D-глюкоза и D-фруктоза в D-глюкозо-6-фосфат, продукт на окисление с NAD (коензим). Той от своя страна се превръща в Глюконат-6-фосфат. Формираният NADH (коензим) редуцира тетразолиевата сол до син формаза, чиято концентрация се измерва рефлектотрично на апарат RQflex® чрез тестови ленти. Съдържанието на общи киселини в плодовете е определено рефлектотрично. Методът се основава на реакцията с алкален реактив на всички киселинни субстанции (обща киселинност), съдържащи се в пробата. Резултатът се променя в зависимост от pH и съответства с промяна на цвета на pH индикаторите. Отчита се на рефлектотричност RQflex® чрез тестови ленти. Съдържанието на аскорбинова киселина в плодовете е определено рефлектотрично по метод „след реакция с молибдофосфорна киселина до фосфомолибденово синьо“. След осредняване и пасиране на пробите, доматиеният сок се разрежда с оксалова киселина и се филтрува. Към така получения филтрат се прибавя поливинилполипиролон (Divergan® RS) и pH се нагласява >1 с няколко капки 25% H₂SO₄. След смесване, пробата се филтрува и съдържанието Витамин С се отчита на рефлектотричност RQflex®. Захарно-киселинното съотношение в плодовете е определено по формулата:

$$ЗКС = \frac{\text{Общи захари (\%)}}{\text{Органични киселини (\%)}}$$

Резултатите са обработени чрез статистически пакет Statgraphics (Anova). Регресионните анализи са изготвени със софтуерен продукт MS Excel.

Резултати и обсъждане

В таблица 1 са представени резултатите от биохимичните анализи на включените в изследването биохимични показатели за качество в периода 2017-2019 година. Независимо от това, че в литературата се посочва, че показателите на качеството са генетически детерминирани, то редица изследвания са показали, че тези признаци се влияят в по- силна или по- слаба степен и от условията на отглеждане и от факторите на външната среда (Boteva and Yankova, 2018).

През годините на изследване (таблица 1) съдържанието на абсолютно сухо вещество в плодовете на домати се движи между 4.25 и 6.6% при 100% поливна норма и 4.27 и 6.9% при 50% поливна норма. Получените стойности за съдържаниена сухо вещество в плодовете на домати във фаза стопанска зрялост

са напълно съпоставими с получените в други опити със същия сорт Николина F₁ (Boteva and Yankova, 2018; Vasileva et al., 2016). Осредненото съдържание на сухо вещество в домати за тригодишния период при растенията с редуцирано напояване е 5.48% или с 6.0% по-високо от това при 100% ППВ.

Стойността на променливата p – Value за измереното сухо вещество през експерименталните години при 100% ППВ, както и при 50% ППВ за 2017 и 2018г е по-малка от нивото на значимост, което по подразбиране е 0.05, докато във вариантите при 50% ППВ през 2019г променливата p – Value е по-голяма от нивото на значимост 0.05, при което всички измерени стойности на показателя се групират в една редица. Ниската стойност на p – Value съответства на високи стойности на критерия на Фишер – F (с изключение на 2018г вариантите с редуцирано напояване). Този факт се счита за доказателство, че разликата между популационното и извадковото средно е значима.

През първите две опитни години с нарастване на торовата норма расте и сухото вещество в плодовете на домати независимо от поливната норма. През 2019г, в която са отчетени и най-високи съдържания на показателя (6.6% при 100% ППВ и 6.9% при 50% ППВ) и при двете поливни норми най-много сухо вещество е измерено в плодовете от вариант Т₃ торен с N₂₀P₁₂K₂₀.

Направеният многофакторен анализ (при LSD – 95.0%) показва, че основно влияние върху синтеза на сухо вещество в домати през 2017г има съвместното действие на торенето и напояването 33.71%, следвано от торенето 19.3% и 6.73% за напояването, през 2018г доминиращото съвместно влияние на двата изпитвани фактори се запазва – 32.13%. Влиянието на напояването през тази година нараства на 30.0%, а на торенето е 20.24%. През последната опитна година съвместното влияние на торенето и напояването е редуцирано до 4.6%, а доминиращо е напояването с 42.11% следвано от торенето с 36.91%.

Измерените общи захари във фаза стопанска зрялост са между 3.2 и 4.8% при 100% поливна норма и 3.8 и 5.9% при 50% поливна норма. Осредненото съдържание на захари в домати за тригодишния период на изследване при растенията с редуцирано напояване е 4.63% или с 12.3% по-високо от това при 100% ППВ. В литературата се цитират данни за корелация между сухото вещество и захарите в домати, които се дължат на „ефекта на разреждане“ (Anthon et al., 2011;). В изведените опити такива зависимости се наблюдават и през трите опитни години при пълната поливна норма и през 2019г при редуцираното напояване.

През 2018г. и при двете поливни норми няма статистически значими разлики между измерените захарни съдържания при различно торене, на ниво на доверие 95.0%. Стойността на променливата P - Value и при двете поливни норми през опитната 2018г. при показателя общи захари е значително по-висока от нивото на значимост (0.05).

И при двете поливни норми единствено през 2019 година при растенията от варианта с Т₃. N₂₀P₁₂K₂₀ захарното съдържание е доказано по-високо, в сравнение с другите варианти, като съдържанието на общи захари в плодовете с редуцирана поливна норма е с 10.4% по-високо в сравнение със 100% ППВ.

Многофакторният анализ (при LSD < 95.0%) сочи, че през първата година главно въздействие върху синтеза на захари има торенето 37.57% следвано от напояването 32.75%. Влиянието на съвместното действие на двата изследвани фактори е 26.12%. През 2018г влиянието на изпитваните фактори е по-слабо, като 17.4% е влиянието на напояването и 15.4% на торенето, а съвместното им действие е само 3.19%. През последната опитна година въздействието на напояването върху натрупаните общи захари е значимо 52.43%, високо е участието и на торенето 36.42%, а на съвместното действие на поливането и торенето се падат само 5.02%.

Киселинното съдържание в доматиите плодове през годините на експеримента се движи между 0.39 и 0.73% при високата поливна норма и между 0.40 и 0.61% при редуцираната. Осредненото киселинно съдържание в доматиите със 100% поливна норма за тригодишния период е с 8.3% по-високо от това при плодовете с редуцирано напояване. Променливата p – Value е по-голяма от нивото на значимост-0.05 при пълната поливна норма за 2017 и 2019г.

И при двете поливни норми през експерименталните години се наблюдава тенденция без статистически доказани разлики киселинното съдържание в доматиите плодове да расте с увеличаване на торовата норма. Ролята на формата, начина и нормата на торене и особено на азотното и калиево торене върху качеството на продукцията е доказано в много изследвания (Mitova et al., 2010; Agostini et al., 2010; Ankush and Sharma, 2017; Teklay Tesfay et al., 2020).

Многофакторният анализ през 2017г, при ниво на значимост LSD - 95,0% показва, че основно влияние върху синтеза на киселини в доматиите плодове има торенето 29.01%, следвано от поливането 26.74% и слабо съвместно участие на двата фактора 4.95%. През 2018г влиянието на торенето се увеличава 68.44%, за сметка на напояването 0.49% и съвместното действие на факторите 0.94%. През 2019г участието на изпитваните фактори във формирането на изучавания показател също е ниско при напояването 13.3%, на торенето 0.17% и съвместно действие 1.76%.

Съотношението между общите захари и киселините в доматиите е важен качествен показател определящ вкуса на плодовете. Някои по-ранни изследвания приемат като оптимално захарно-киселинното съотношение между 5.6 и 8.7, но с развитието и усъвършенстването на методите на селекция и агротехника на отглеждане редица изследователи вече сочат като оптимално съотношение определящо доматиите като „вкусни“ над 10 - 11 (Ganeva, 2007; Mitova et al., 2010; Guimarães et al., 2008). В изследваните проби през годините това съотношение се движи между 4.78 (в контролния вариант със 100% ППВ на 2017г) и 12.04 (при плодовете с редуцирано напояване и торене с $N_{15}P_8K_{15}$ от 2017г). При торените растения със 100% ППВ през 2017г, и през 2019г независимо от поливната норма, вариант $T_3 N_{20}P_{12}K_{20}$ е формирал плодове с най-високо захарно-киселинно съотношение, докато при редуцираното поливане през 2017 година, както и при двете поливни норми от 2018г плодовете от вариант $T_2 N_{15}P_8K_{15}$ са с най-голяма стойност на съотношението общи захари/титруеми киселини. Прави впечатление че съотношенията захари/киселини в доматиите плодове при 50% ППВ са с 16.99% по-високи от тези при растенията със 100% ППВ.

Таблица 1. Влияние на торенето и поливната норма върху качеството на продукцията от домати
Table 1. Influence of fertilization and irrigation rate on the quality of tomato production

Вариант, Variant	АСВ%			Общи захари (%) Total sugar (%)			Титруеми киселини (%) Titratable Acids (%)			Аскорбинова киселина Ascorbic Acid (mg%)		
	2017г	2018г	2019г	2017г	2018г	2019г	2017г	2018г	2019г	2017г	2018г	2019г
100% irrigation rate												
T ₁ . 0	5.03	4.87	5.99	3.2	3.8	4.2	0.67	0.39	0.43	12.16	10.8	15.3
T ₂ .N ₁₅ P ₈ K ₁₅	4.25	4.31	6.0	4.2	4.0	4.3	0.56	0.42	0.48	14.81	12.7	18.6
T ₃ .N ₂₀ P ₁₂ K ₂₀	4.58	4.60	6.6	4.6	4.0	4.8	0.60	0.45	0.50	13.50	15.4	23.7
T ₄ .N ₂₅ P ₁₆ K ₂₅	4.99	4.60	6.2	4.6	3.8	4.0	0.73	0.48	0.50	16.00	14.2	24.2
Average	4.71	4.59	6.2	4.15	3.9	4.3	0.64	0.44	0.48	14.12	13.3	20.5
Median	4.61	4.60	6.1	4.40	3.95	4.25	0.66	0.42	0.48	13.91	13.55	21.55
St dev P	0.393	0.256	0.284	0.591	0.200	0.318	0.105	0.039	0.107	1.521	1.771	3.72
F- Ratio	5.26	4.20	8.32	40.31	0.89	16.80	1.67	9.02	0.23	21.60	43.81	181.90
P- Value	0.0270	0.0465	0.0077	0.0000	0.4872	0.0008	0.2503	0.0060	0.8741	0.0003	0.0000	0.0000
LSD-95.0%	0.525	0.369	0.322	0.339	0.399	0.272	0.190	0.043	0.236	1.163	0.978	1.031
LSD-99.0%	0.765	0.537	0.469	0.494	0.581	0.395	0.277	0.063	0.344	1.692	1.424	1.501
50% irrigation rate												
T ₅ . 0	4.27	4.6	6.2	3.8	3.9	4.6	0.51	0.39	0.42	10.55	11.6	17.9
T ₆ .N ₁₅ P ₈ K ₁₅	5.07	4.8	6.5	5.9	4.2	5.1	0.49	0.4	0.50	13.62	14.5	22.6
T ₇ .N ₂₀ P ₁₂ K ₂₀	5.15	5.1	6.9	5.8	4.0	5.3	0.55	0.45	0.46	10.43	16.8	29.1
T ₈ .N ₂₅ P ₁₆ K ₂₅	5.45	5.3	6.4	4.2	3.9	4.8	0.61	0.48	0.50	8.25	14.9	21.5
Average	4.99	4.94	6.50	4.93	4.01	4.94	0.54	0.43	0.47	10.71	14.45	22.78
Median	5.11	4.9	6.45	5.05	4.0	4.9	0.51	0.45	0.48	10.39	14.9	22.1
St dev	0.601	0.278	0.268	0.947	0.189	0.275	0.051	0.046	0.043	1.937	1.890	4.053
F- Ratio	2.98	16.89	12.29	116.92	1.63	20.06	10.18	4.80	3.91	102.17	85.23	623.12
P- Value	0.0963	0.0008	0.0023	0.0000	0.2589	0.0004	0.0042	0.0338	0.0536	0.0000	0.0000	0.0000
LSD-95.0%	0.952	0.237	0.261	0.326	0.344	0.217	0.054	0.060	0.063	0.712	0.759	0.610
LSD-99.0%	1.385	0.345	0.379	0.412	0.500	0.316	0.079	0.081	0.092	1.036	1.104	0.888

Заклучение

Осредненото съдържание на сухо вещество в доматиите за тригодишния период на изследване при растенията с редуцирано напояване е 5.48% или с 6.0% по-високо от това при 100 % ППВ. И при двете поливни норми най-много сухо вещество е измерено в плодовете от варианта с $N_{20}P_{12}K_{20}$

Осредненото съдържание на захари от вариантите на торене, в доматиите за тригодишния период на изследване при редуцирано напояване е 4.63% или с 12.3% по-високо от това при 100 % ППВ

Киселинното съдържание в доматиите плодове през годините на експеримента се движи средно между 0.39 и 0.73% при високата поливна норма и между 0.40 и 0.61% при редуцираната. Осредненото киселинно съдържание в доматиите със 100% поливна норма за тригодишния период е с 8,3% по-високо от това при плодовете с редуцирано напояване.

Осредненото съдържание на витамин „С“ през опитните години е еднакво (15.97 mg% и 15.98 mg%) независимо от поливната норма. При пълната поливна норма през 2017 и 2019г най-високо витаминно съдържание имат растенията с висока торова норма - T_4 . $N_{25}P_{16}K_{25}$, докато през 2018г при 100%ППВ, както и през 2018 и 2019г при редуцираното напояване е най-високо съдържание на аскорбинова киселина имат плодовете торени с T_2 $N_{15}P_8K_{15}$.

Литература

- Agostini, F., Tei, F., Silgram, M., Farneselli, M., Benincasa, P. and Aller, M., 2010. Decreasing nitrate leaching in vegetable crops with better N management. In Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming; Springer: Berlin, Germany, pp. 147–200. (Eng)
- Anthon, G., Strange, M. and D. Barrett, 2011. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol.91, 7: pp. 1175-1181. (Bg)
- Boteva H., P. Yankova, 2018. Effect of fertilization, growing scheme and variety of economic productivity in biological tomato production. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23 (N- 5), pp. 820- 825. (Bg)
- Ankush* and S.K. Sharma, 2017. Yield, quality, nutrient and water use efficiency of tomato as affected by different fertigation rates through drip irrigation system, *Indian J. Agric. Res.*, 51(5) 2017, pp. 478-482, Print ISSN:0367-8245 / Online ISSN:0976-058X. (Eng)
- Vasileva V., N. Dinev, Iv. Mitova, 2016. Changes in biochemical parameters for the quality of tomato fruits depending on the method of applying the potassium rate, XI. National scientific and technical conference with international participation "ECOLOGY AND HEALTH 2016", Proceedings, pp. 91-97, ISSN 2367-9530. (Bg)
- Ganeva D., 2007. Selection studies of main traits in determinant tomatoes for industrial processing, Dissertation, IZK "Maritsa", Plovdiv. (Bg)
- Djurović, N., Ćosić, M., Stričević, R., Savić, S., and Domazet, M., 2016. Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of tomato. *Sci. Hort.* 201, 271–278. doi: 10.1016/j.scienta.2016.02.017
- DU Ya-dan, CAO Hong-xia, LIU Shi-quan, GU Xiao-bo, CAO Yu-xin, 2017. Response of yield, quality, water and nitrogen use efficiency of tomato to different levels of water and nitrogen under drip irrigation in Northwestern China. *Journal of Integrative Agriculture* 2017, 16(5): 1153–1161. (Eng)
- Guimarães, M. de A.; Silva, D. J. H. da; Fontes, P. C. R.; Mattedi, A. P. 2008, Produtividade e sabor dos frutos de tomate do grupo salada em função de podas. *Bioscience Journal*, v.24, p.32-38. (Eng)

- Incroci, L., Massa, D. and Paradossi, A., 2017. New trends in the fertigation management of irrigated vegetable crops. *Horticulture*,3(2): pp. 37-43. (Eng)
- Jinliang Chen, Shaozhong Kang, Du Taisheng, Rang Jian Qiu, Ping Guo, Renqiang Chen , 2013. Quantitative response of greenhouse tomato yield and quality to water deficit at different growth stages, *Agricultural Water Management*, Volume 129, November 2013, pp. 152-162. (Eng)
- Hou M, Jin Q, Lu X, Li J, Zhong H and Gao Y., 2017. Growth, Water Use, and Nitrate-¹⁵N Uptake of Greenhouse Tomato as Influenced by Different Irrigation Patterns, ¹⁵N Labeled Depths, and Transplant Times. *Front. Plant Sci.* 8:666. doi: 10.3389/fpls.2017.00666, (Eng)
- Mitova, Iv., Iv. Dimitrov, Hr. Boteva. 2010. Tomato quality depending on applied fertilization and variety. *Soil science, agrochemistry and ecology*, vol.XLIV, 2, pp. 47-53. (Bg)
- Tang, K., Gong, C., and Wang, D. (2016). Reduction potential, shadow prices, and pollution costs of agricultural pollutants in China. *Sci. Total Environ.* 541, pp. 42–50. (Eng)
- Teklay Tesfay, Abadi Berhane, Mebrahtu Gebremariam, 2020. Optimizing ligation Water and Nitrogen Fertilizer Levels for Tomato Production *The Open Agriculture Journal*, ISSN: 1874-3315 — Volume 14, (ENG)
- Wang, F., S. Kang, T. Du, F. Li, and R. Qiu. 2011. Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. *Agr. Water Mgt.* 98(8), pp. 1228–1238. (Eng)

**СЪПОСТАВКА МЕЖДУ ОБИЛИЕТО НА ПОЧВЕНИТЕ МИКРООРГАНИЗМИ
СПРЯМО НЯКОИ УСЛОВИЯТА НА СРЕДАТА – РН И СЪДЪРЖАНИЕ НА
ОРГАНИЧЕН ВЪГЛЕРОД И СПЕЦИФИЧНИ КОЛИЧЕСТВЕНИТЕ КЛАСОВЕ НА
ПРОДУКТИВНОСТ НА ЧЕРНИЯ ЛЕТЕН ТРЮФЕЛ (*Tuber aestivum Vuttad*)**

Биляна Григорова-Пешева*, Камелия Петрова, Теодор Неделин

**Лесотехнически университет-София*

e-mail: b.pesheva@ltu.bg

Резюме

Извършена е съпоставка между обилието на почвените микроорганизми спрямо специфични количествени класове на летният трюфел (*Tuber aestivum Vuttad.*). Изследвано е влиянието на факторите на средата – съдържание на орг. С и почвена киселинност върху микробните съобщества и количествените показатели за находищата на летен трюфел. Опитните площи включват 22 почвени разреза с дълбочина 10 см. С цел определяне на биогенността на анализираните участъци е изследван общият микробен брой и процентният дял на различните микробни групи. Пробите са събрани според всички изисквания за стерилност. Използвани са стандартни микробиологични методи за анализи. Получените резултати показват различна биогенност и процентен дял на микробните групи според различните условия на средата – рН, орг. С, както и спрямо количествените класове на летният трюфел. Силна корелация между общия микробен брой и орг. С е открита. Установените стойности на рН корелират с динамиката в процентното разпределение на отделните основни микробиологични групи. При наличие на по-ниски стойности на рН се наблюдава по-голямо обилие на микромицетите. При всички пробни площи с клас на продуктивност 1, беше установено присъствие на почвени бактерии над 70% спрямо общото микробно число. При клас две бактериите заемат между 64 % и 68% от микробното обилие, докато при пробните площи с клас три на продуктивност процентното им участие спада до 31%.

Ключови думи: почвени микроорганизми, бактерии, черен летен трюфел, *Tuber aestivum Vuttad.*

**COMPARISON OF SOIL MICROBIAL ABUNDANCE RELATIVE TO ENVIRONMENTAL
CONDITIONS AND SPECIFIC QUANTITATIVE CLASSES OF BLACK SUMMER
TRUFFLE (TUBER AESTIVUM VUTTAD)**

Bilyana Grigorova-Pesheva*, Kameliya Petrova, Teodor Nedelin

**University of Forestry*

e-mail: b.pesheva@ltu.bg

Abstract

A comparison was made between the abundance of soil microorganisms against specific quantitative classes of the summer truffle (*Tuber aestivum Vuttad.*). The influence of environmental factors - content of organic carbon and soil acidity on microbial communities and quantitative indicators of summer truffle deposits was investigated. The

experimental areas included 22 soil sections with a depth of 10 cm. In order to determine the biogenicity of the analyzed areas, the total microbial number and the percentage share of the different microbial groups were investigated. The samples were collected in compliance with all sterility requirements. Standard microbiological methods were used for analyses. The obtained results show different biogenicity and percentage share of the microbial groups according to the different environmental conditions - pH, organic carbon, as well as according to the quantitative classes of the summer truffle. A strong correlation between total microbial number and organic carbon was found. The established pH values correlate with the dynamics in the percentage distribution of the individual main microbiological groups. In the presence of more acidic values, a greater abundance of micromycetes is observed. In all sample areas with productivity class 1, the presence of soil bacteria above 70% of the total microbial number was found. In class two, bacteria are between 64% and 68% of the microbial abundance, while in the sample areas with productivity class three, their percentage participation drops to 31%.

Key words: soil microorganisms, black summer truffle, *Tuber aestivum Vittad.*

Въведение

Поради своите физико-химични свойства, почвата осигурява подходяща среда за развитие на микроорганизмите. Количественият и качествен състав на почвения микробиом зависят от определени физикохимичните фактори на почвата (Frąc & Jezierska-Tys 2010). Някои автори посочват като водещи фактори основно съдържанието на орг. С и нивата на киселинност (Khatoon et al., 2017; Fierer & Jackson, 2006). В последните години все по-актуален е въпроса за възможното положително въздействие на почвените микроорганизми върху растежа и развитието на летният трюфел (*Tuber aestivum Vittad.*). Tuberaceae са едно от най-разнообразните семейства на гъби, които образуват трюфели (Læssøe and Hansen, 2007). Броят на видовете, принадлежащи към този род остава неясен, но се предполага, че той включва най-малко 180 вида по целия свят (Bonito et al., 2010). Един от комерсиалните видове е Бургундският трюфел (*Tuber aestivum Vittad.*) или така нареченият летен трюфел, който се отнася към черните трюфели. Трюфелните аскокарпи се образуват в почвата на дълбочина 10–20 cm. Съществуват хипотези, че микроорганизмите, присъстващи в ризосферния слой, оказват влияние върху развитието на трюфелния мицел (Garbaye et al. 1992;). Предишни проучвания, проведени в Южна Европа, показват, че почвените бактерии, имат благоприятна влияние върху растежа на аскокарпите на *Tuber spp* (Barbieri et al. 2007; Saltarelli et al. 2008).

Основната цел на изследването е да се направи съпоставка между обилието на почвените микроорганизми спрямо условията на средата и специфични количествените класове на *Tuber aestivum Vittad.*

Материали и методи

Изследването е проведено на територията на Западна България в територии на разпространение на *Tuber aestivum Vittad.* Териториите са подбрани и проучени на база на предварителна информация за наличие на плодни тела. Събрани са проби от общо 22 пробни площи (20 с наличие на летен трюфел и две контроли). Данните за от трюфелните находища са средногодишни. Най-дългият период на наблюдение на продуктивните площи е 7 години, най-краткият – 3 години. На база на извършените наблюдения площите са разделени в три класа на продуктивност: Клас 1 > от 5 kg; Клас 2 ≤ 5 kg; Клас 3 ≤ 2.5 kg. Площта на находищата е категоризирана по следните параметри: S ≤ 25 m², 25 m² < M ≤ 50 m² L > 50 m². Почвените проби за събрани спрямо всички правила за стерилност. Пробите са събирани от дълбочина 10 cm. Извършените анализи на почвите включват определяне на органичен

въглерод по модифициран метод на Тюрин (Filcheva & Tsadilas. 2002) и определяне на $pH_{(H_2O)}$ (ISO 10390). Микробиологични анализи включват определяне на общото микробно число и на броя на микроорганизмите от отделните изследвани групи - неспорообразуващите бактерии, спорообразуващите бактерии, актиномицетите и микромицетите. Използван е метода на Кох, включващ последователни разреждания и посевка на подходящи хранителни среди и последващо отчитане на прорасналите колонии. Данните са отчетени в КОЕ g/абс.сух. почва (колонообразуващи единици на грам абсолютно суха почва) и трансформирани в логаритмични стойности ($\log_{10}$). Данните са обработени при статистически прагове на значимост 95% чрез програма StatSoft Statistica 12.

Резултати и обсъждане

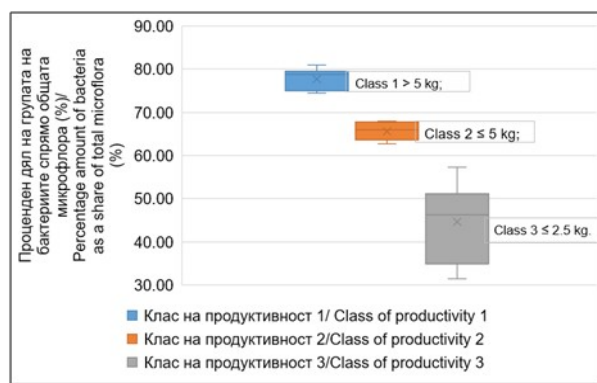
Резултатите от проведените микробиологични анализи, както и отчетените параметри на почвата са посочени в Таблица 1. Две от пробните площи (ПП) са определени като Контроли (ПП7 и ПП10).

Получените резултати за pH във воден извлек за пробните площи, в които са открити плодни тела на летен трюфел варират от 6.2 до 7.4. Според изследванията на Racołta, 2015, pH интервала от 5.5 до 8.5 е най-подходящ за трюфелите. Rosa-Gruszecka et al., 2021 посочват, че летния трюфел предпочита почви, с високо съдържание на калций и високи стойности на pH. Настоящото проучване не открива зависимости между динамиката в киселинността на почвата и класа на продуктивност. Интерес представлява липсата на взаимовръзка между съдържанието на органичен въглерод и определеният на терен клас на продуктивност на летния трюфел (Таблица 1). При по-ниско съдържание на органичен въглерод е отчетен първи Клас на продуктивност (ПП8). Клас 3 е отчетен както при ниско съдържание на орг. въглерод, така и при пробата с най-високо съдържание. Други проучвания посочват, че за да има висок клас на продуктивност на летния трюфел е необходимо почвата да бъде с високо съдържание на хумус, респективно на органичен въглерод (Zambonelli et al., 2016). Подобно на други проучвания (Khatoon et al., 2017) при статистическа обработка на данните е открита силна корелационна зависимост между съдържанието на органичен въглерод и отчетеното общо микробно число на изследваните проби ($r=0.89$).

С повишаването на съдържанието на органичния въглерод се повишава обилието на почвените микроорганизми. Няма открита взаимовръзка между обилието на почвените микроорганизми и Класа на продуктивност. Не се откриват тенденции при сравняване на микробното обилие на изследваните пробни площи с находища на летен трюфел и двете контроли, за разлика от друго подобно проучване, където в контролните зони количеството на микроорганизмите е значително по-ниско (Siebyła & Hilszczańska, 2020). При анализ на стойностите на общото микробно число спрямо киселинността на средата не бяха открити тенденции. Установените стойности на pH обаче корелират с динамиката в процентното разпределение на отделните основни микробиологични групи. При наличие на по-кисели стойности се наблюдава по-голямо обилие на микромицетите (Таблица 1). При анализ на данните беше открита интересна взаимовръзка между общото количество на бактериите спрямо общото микробно число и определеният клас на продуктивност на *Tuber aestivum* Vuttad (Фигура 1).

Таблица 1. Изследвани параметри на почвата/ **Table 1.** Analyzed parameters of the soil

ПП/ТА	Общо микробно число/ Total microbial number	Неспорообразувачи бактерии/ Non-Spore-forming bacteria	Спорообразувачи бактерии/ Spore-forming bacteria	Актиномицети/ Actinomycetes	Микромицети/ Micromycetes	Орг.С, g.kg ⁻¹ /Org.C, g.kg ⁻¹	pH	Клас на продуктивност/ Class of productivity	Начална година на наблюдението/ Start of monitoring	Площ на находището/ area
1	6.60 ± 0.24	6.01 ± 0.34	6.29 ± 0.30	5.83 ± 0.33	5.54 ± 0.37	51	6.3	1	2016	L
2	5.95 ± 0.24	5.44 ± 0.34	5.47 ± 0.30	4.97 ± 0.33	5.36 ± 0.37	16.13	7.3	2	2016	M
3	6.63 ± 0.24	6.25 ± 0.34	6.20 ± 0.30	5.66 ± 0.33	5.64 ± 0.37	58.32	6.6	1	2017	L
4	6.22 ± 0.24	5.51 ± 0.34	5.54 ± 0.30	5.65 ± 0.33	5.75 ± 0.37	25.19	6.8	3	2018	S
5	6.39 ± 0.24	5.65 ± 0.34	6.14 ± 0.30	5.63 ± 0.33	5.25 ± 0.37	35.19	7.2	1	2018	L
6	6.55 ± 0.24	5.66 ± 0.34	6.07 ± 0.30	6.05 ± 0.33	5.88 ± 0.37	41.06	7.4	3	2018	M
7	6.64 ± 0.24	6.07 ± 0.34	6.04 ± 0.30	6.09 ± 0.33	5.97 ± 0.37	66.68	5.6	Control s.	2018	-
8	6.05 ± 0.24	5.74 ± 0.34	5.53 ± 0.30	4.88 ± 0.33	5.23 ± 0.37	18	6.5	1	2018	L
9	6.65 ± 0.24	6.10 ± 0.34	6.00 ± 0.30	6.00 ± 0.33	6.07 ± 0.37	66.94	7.2	3	2002	M
10	6.49 ± 0.24	6.01 ± 0.34	6.14 ± 0.30	5.02 ± 0.33	5.73 ± 0.37	65.54	7.2	Control s.	2019	-
11	6.55 ± 0.24	6.00 ± 0.34	6.09 ± 0.30	5.80 ± 0.33	5.85 ± 0.37	42.25	7.1	2	2019	S
12	6.58 ± 0.24	5.33 ± 0.34	6.01 ± 0.30	5.57 ± 0.33	6.33 ± 0.37	48.73	7.6	3	2019	M
13	6.08 ± 0.24	5.56 ± 0.34	5.74 ± 0.30	5.23 ± 0.33	5.12 ± 0.37	18.45	7.3	1	2020	L
14	5.97 ± 0.24	5.05 ± 0.34	5.50 ± 0.30	5.47 ± 0.33	5.31 ± 0.37	28.06	7.4	3	2018	M
15	6.33 ± 0.24	5.63 ± 0.34	6.01 ± 0.30	5.59 ± 0.33	5.47 ± 0.37	34.97	7.3	2	2018	S
16	6.20 ± 0.24	5.94 ± 0.34	5.62 ± 0.30	5.30 ± 0.33	5.03 ± 0.37	29.55	7.1	1	2019	S
17	6.05 ± 0.24	5.74 ± 0.34	5.32 ± 0.30	5.28 ± 0.33	5.21 ± 0.37	18.69	7	2	2019	M
18	6.54 ± 0.24	6.33 ± 0.34	5.78 ± 0.30	5.30 ± 0.33	5.71 ± 0.37	43.15	7.4	1	2017	M
19	6.21 ± 0.24	5.85 ± 0.34	5.75 ± 0.30	5.44 ± 0.33	4.74 ± 0.37	24.84	7.3	1	2018	L
20	6.25 ± 0.24	5.52 ± 0.34	5.83 ± 0.30	5.50 ± 0.33	5.64 ± 0.37	30	6.2	3	2018	S
21	6.14 ± 0.24	5.36 ± 0.34	5.32 ± 0.30	5.77 ± 0.33	5.56 ± 0.37	21.12	6.3	3	2018	M
22	6.23 ± 0.24	5.23 ± 0.34	5.85 ± 0.30	5.64 ± 0.33	5.60 ± 0.37	29.55	6.8	3	2019	S



Фигура 1. Процентен дял на бактериите спрямо общото микробно число в отделните класове на продуктивност на *Tuber aestivum* Vittad
Figure 1. Percentage share of bacteria compared to the total microbial number in the productivity classes of *Tuber aestivum* Vittad

Получените резултати показват участие на бактериите в общото микробно число над 70 %, при пробите с 1 клас на продуктивност на *Tuber aestivum* Vittad. Данните са с много ниска степен на разсейване. При пробните площи определени с клас на продуктивност 2, процентното съдържание на бактериите от общата микробна биота варира в доста близки граници от 64 % до 68 %. Данните за третият клас на продуктивност на *Tuber aestivum* Vittad са с по-голямо разсейване на процентното участие на бактериите. Получените резултати показват стойности от 31 % до 57%, като половината от стойностите са под 46%.

Заклучение

Настоящото проучване разглежда потенциалната взаимовръзка между микробиологичните параметри на почвата и класовете на продуктивност на летният трюфел. За да бъде оценена тази взаимовръзка са разгледани и анализирани някои от основните параметри на почвата (съдържание на органичен въглерод и почвената киселинност). Получените резултати показват висока корелация между микробното обилие и съдържанието на органичен въглерод. Не беше установена подобна зависимост между класовете на продуктивност на летният трюфел и количеството на органиката в изследваните почви. Киселинността на изследваните почви варира от слабо кисела до слабо алкална. Настоящото проучване не откри конкретни връзки между общо микробно число, класове на продуктивност и pH. Участието на групата на микромицетите спрямо общият микробен брой е по-високо, при почвите с по-ниски стойности на pH. При всички пробни площи с клас на продуктивност 1, бактерии съставляваха над 70% от общото микробно число. При клас 2 бактериите заемат между 64 % и 68% от микробното обилие, докато при пробните площи с клас три на продуктивност процентното им участие спада до 31%. Настоящата разработка е предпоставка и основа за бъдещи разширени проучвания, които да спомогнат за разбиране на взаимовръзката между класа на продуктивност на летният трюфел и микробното обилие на почвите.

Благодарности

Изследването е възможно благодарение на проект НИС-ЛТУ № 1214 от 27.04.2022 на тема „Проучване на почвените параметри, влияещи върху разпространението и развитието на обикновения черен летен трюфел (*Tuber aestivum* Vittad.) в Западна България.

Литература

- Barbieri, E., Guidi, C., Bertaux, J., Frey-Klett, P., Garbaye, J., Ceccaroli, P., Saltarelli, R., Zambonelli, A., Stocchi, V. (2007). Occurrence and diversity of bacterial communities in *Tuber magnatum* during truffle maturation. *Environmental Microbiology*, 9, 2234–2246.
- Bonito, G.M., Gryganskyi, A.P., Trappe, J.M., Vilgalys, R. 2010. A global meta-analysis of *Tuber* ITS rDNA sequences: species diversity, host associations and long-distance dispersal. *Molecular Ecology* 19: 4994–5008.
- Fierer, N. & Jackson, R. (2006). The diversity and biogeography of soil bacterial communities. *PNAS*, 103 (3), 626-631.
- Filcheva E. & Tsadilas, C. (2002). Influence of Clinoptilolite and Compost on Soil Properties. *Communication of Soil Science and Plant Analysis*, 33, 595-607.
- Frąc, M., Jezierska-Tys, S. (2010). Różnorodność mikroorganizmów środowiska glebowego. *Postępy Mikrobiologii*, 49, 47–58.
- Garbaye, J., Churin, J.L., Duponnois, R. (1992). Effects of substrate sterilization, fungicide treatment, and mycorrhization helper bacteria on ectomycorrhizal formation of pedunculate oak (*Quercus robur*) inoculated with *Laccaria laccata* in two peat bare-root nurseries. *Biology and Fertility of Soils*, 13, 55–57.
- Khatoon, H., Solanki, P., Narayan, M., Narayan, M., Tewari, L. & Rai, J. (2017). Role of microbes in organic carbon decomposition and maintenance of soil ecosystem. *International Journal of Chemical Studies*, 5 (6), 1648-1656p.
- Læssøe, Th & Hansen, K. (2007). Truffle trouble: what happened to the Tuberales?. *Mycological Research*, 111 (9), 1075-1099. DOI: 10.1016/j.mycres.2007.08.004.
- Racolța, N. 2015. Ghidul culegătorilor de trufe, Zalău Technoprint, (Chapter 2).
- Rosa-Gruszecka, A., Hilszczańska, D. & Pacioni, G. (2021). Virtual Truffle Hunting—A New Method of Burgundy Truffle (*Tuber aestivum* Vittad.). *Forests*, 12, 1239. <https://doi.org/10.3390/f1209123>.
- Saltarelli, R., Ceccaroli, P., Cesari, P., Barbieri, E., Stocchi, V. (2008). Effect of storage on biochemical and microbiological parameters of edible truffle species. *Food Chemistry*, 109, 8–16.
- Siebyła, M. & Hilszczańska, D. (2020). Diversity of soil bacteria complexes associated with summer truffle (*Tuber aestivum*). *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 2020, Vol. 62 (2), 114–127. DOI: 10.2478/ffp-2020-0012.
- Zambonelli, A., Lotti, M. & Murat, C. (2016) True Truffle (*Tuber* spp.) in the World, *Soil Ecology, Systematics and Biochemistry*, book, 37.

ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯТА НА СОРГО ЗА ЗЪРНО ПРИ НЕПОЛИВНИ УСЛОВИЯ И ОПТИМАЛНО НАПОЯВАНЕ

Румен Базитов

*Земеделски институт – Стара Загора 6000,
Селскостопанска Академия, България
e-mail: rumen7588@abv.bg*

Резюме

Целта на изследването е да се определи евапотранспирацията на сорго за зърно, отглеждано върху ливадно-канелена почва в района на Южна България. Експериментът е проведен в опитното поле на Земеделски институт - Стара Загора към ССА. Вариантите на експеримента са както следва: 1) без напояване; 2) напояване с 80% от ППВ за слоя 0-80см. Напояването е извършено гравитачно със сезонни гъвкави полиетиленови тръбопроводи. Евапотранспирацията на соргото при неполивни условия, в зависимост от метеорологичните условия на годината, варира от 272.4mm до 282.2 mm. При използване на напояване най-голям дял в формирането на водопотреблението заема поливната норма - средно 61,45%. При поливни условия относителното участие на първоначалния воден запас в образуването на ЕТ значително намалява.

Ключови думи: сорго, зърно, напояване, евапотранспирация, воден баланс.

EVAPOTRANSPIRATION IN SORGHUM GRAIN GROWN UNDER NON IRRIGATED CONDITION AND UNDER OPTIMAL IRRIGATION

Rumen Bazitov

*Agricultural institute - Stara Zagora, 6000,
Agriculture Academy, Republic of Bulgaria
e-mail: rumen7588@abv.bg*

Abstract

The aim of the research is to determine the evapotranspiration of sorghum for grain grown on meadow-cinnamon soil in the region of Southern Bulgaria. The experiment was conducted in experimental field of Agricultural institute – Stara Zagora (Agriculture Academy). The variants of the experiment are as follow: 1) no irrigation; 2) irrigation by 75 - 80% of FC (field capacity) for the layer 0-100. Irrigation was done by gravity with seasonal flexible polyethylene piping. Evapotranspiration of maize grain sorghum under non-irrigated conditions, depending on the nature of the year, ranges from 272.4 mm to 282.2 mm. In the conditions of irrigation the largest share in the formation of the water consumption is occupied by the irrigation norm - on average 61,45 %. Under irrigated conditions, the relative participation of the initial water reserve in the formation of ET significantly decreases.

Key words: sorghum, grain, irrigation, evapotranspiration, water balance.

Въведение

Соргото е култура от която при подходящ подбор на сортовете и правилна агротехнология на отглеждане се получават стабилни добиви при екстремни метеорологични условия. Ценните стопански качества, които притежава соргото, а именно високата сухоустойчивост, добър добив на зърно и зелена маса, дават възможност то да заема значителен дял във фуражопроизводството както у нас, така и в чужбина (Gramatikov, B., et al., 2002; Dukic et al., 2003). При стриктно спазване на агротехниката на отглеждане и правилен избор на сортове и хибриди може да осигури фуражния баланс на всяка ферма (Videva and Gerdjikova, 2004; Zarkov and Atanasova, 2008). Поради този факт през последните години соргото става все по-широко изследвана култура в България при неполивни условия (Enchev S., G. Kikindonov, 2015; Enchev, S., 2013). Corleto, A, 1985 посочва, че при напояване с 400m^3 вода на декар, продуктивността на културата достига до $1\,000\text{ kg/da}$. Определянето на евапотранспирацията е от важно значение за изготвянето на проектен поливен режим на полските култури (Bazitov, 2020; Matev and Petrova, 2012; Petrova, V. & Hristova, M. 2020, Petrova, 2016). При соргото за зърно средноденонощната ЕТ е 3 mm/d в началния етап, след това достига пикова стойност от 6 mm/d между 8 и 9 седмици след засяването и намалява до 4 mm/d по време на етапа на зрялост, сумарната ЕТ на соргото достига до 495mm . (Tyagi N., et al., 2000). В западен Канзас, Klocke et al. (2012) установяват, че добивите от зърнено сорго се увеличават линейно с увеличаване на поливната норма. Farré and Faci (2006) съобщават за максимална стойност на сезонна евапотранспирацията от 588 mm за зърнено сорго за района на Сарагоса (Испания). Wani et al. (2012) установяват, че потреблението на вода за сорго, с продължителност на вегетационния период от 110–130 дни, варира между 450 и 750mm , в зависимост от нивото на изпарение. Garofalo и Rinaldi (2013) констатира, че напоителните норми за получаване на биомаса от сорго, култивирана във Фоджа, Италия, варират между 633 и 768mm . У нас няма много публикации за отглеждане на сорго за зърно при поливни условия. За района на Бургаска област Tanchev and Ivanov (1995). установяват, че полятото един път сорго по добив на зърно средно за три години превишава полятата два, или три пъти царевица (съответно с 26% и 12%) и се доближава до този получен от полятата четири пъти царевица.

С настоящото изследване си поставихме за цел да се установи евапотранспирацията на сорго за зърно, отглеждано върху ливадно канелена почва за района на Южна България при поливни и неполивни условия.

Материали и методи

През периода 2018 – 2019 г. в опитното поле на Земеделски институт - Стара Загора върху почвен тип ливадно-канелена почва беше проведен полски опит със сорго, среднокъсен сорт Максиред. Почвеният тип се характеризира със следните водно-физични свойства: ППВ – 26.57%, коефициент на завяхване (КЗ) – 18.19%, порьозност - 47% и обемна плътност- 1.4 kg/ m^3 . Опитът беше заложен по блоковия метод в четири повторения, с големина на реколтните парцели от 25 m^2 . Соргото е прибирано във фенофаза пълна зрялост на зърното. Напояването е извършено гравитачно със сезонни гъвкави полиетиленови тръбопроводи. Проучени да варианта: 1 - без напояване (контрола); Вариант 2 - оптимално напояване, 75- 80% от ППВ (100% поливна норма);. Евапотранспирацията (ЕТ) за периода на вегетацията е установена чрез водобалансови изчисления при оптимално напоявания Вариант 2 за слоя 0-0.80m по формулата: $ET = W_{\text{нач}} - W_{\text{кр}} + N + m$, където: ЕТ – евапотранспирация в mm, $W_{\text{нач}}$ – воден баланс в началото на изследвания период в mm, $W_{\text{кр}}$ – воден баланс в края на изследвания период в mm, N – количество валежи, паднали в изследвания период в mm, m – поливна норма в

mm. През периода на вегетация на соргото са реализирани по три броя поливки при вариант 2 с цел поддържане на 75 - 80 % предполивна влажност (ППВ). Математическата обработка на данните е извършена със софтуерния продукт Ms Excel. (модул ANOVA– 1).

Резултати и обсъждане

При соргото, евапотранспирацията (ЕТ) се определя както от конкретните метеорологични условия на опитните години, така и от приложения поливен режим. Стойностите на сумарната ЕТ от слоя 0 – 0.80 m при неполивни и поливни условия са представени по години и средно за периода в таблица 1.

Таблица 1. Сумарна ЕТ по години и средно за 2018 – 2019

Table 1. Total evapotranspiration by years and average 2018 – 2019

Година	Варианти	ЕТ mm	към ненапоявания to no-irrigated		към напоявания to irrigated	
			± (mm)	%	± (mm)	%
2018	без напояване/ without irrigation	282.2	0.0	100	-77.3	78.4
	напояван/ irrigated	359.5	77.3	127.4	0.0	100
2019	без напояване/ without irrigation	272.4	0.0	100	-73.0	78.8
	напояван/ irrigated	345.4	73.0	126,8	0.0	100
Средно	без напояване/ without irrigation	277.3	0.0	100	-59,1	78.6
	напояван/ irrigated	352.5	59.1	127.1	0.0	100

Средно за двете години на изследване напояването увеличава водоразхода на соргото с 26.8% – 27.4%., като най-голямо е увеличението на ЕТ през 2018г., когато има и най- голямо напрежение на метеорологичните фактори: температура и дефицит на влажността на въздуха. Като абсолютни стойности обаче, стойностите на сумарната ЕТ е в синхрон с конкретните метеорологични условия. При отглеждане на открити площи водоразхода от соргото се формира основно от вегетационните валежи, началния воден запас (натрупан в извън вегетационния период) и напоителната норма (ако културата се отглежда при поливни условия). Средно за годините на изследването данните, касаещи формирането на водоразхода на соргото в слоя 0 – 0.80m са представени на фигурите 1, 2, 3 и 4, а по години – в таблица 2. На първите две фигури формирането на ЕТ е представено в абсолютни стойности, съответно при неполивни и поливни условия, а на вторите две – формирането ѝ в относителни стойности (%). При варианта без напояване на соргото, основната част от ЕТ ѝ се формира от останалото водно количество в активния почвен слой, или т.н. начален воден запас и количеството използвани валежи през вегетационния период (фиг.1). При варианта с напояване на соргото, напоителната норма увеличава абсолютните стойности на сумарната ЕТ, като една част от нея участва във формирането ѝ за сметка на използваемите валежи и наличния запас от влага в почвата, (фиг.2) При неполивни условия вегетационните валежи осигуряват средно 63.20% от ЕТ за слоя 0 – 0.80m, като останалите 36.80%

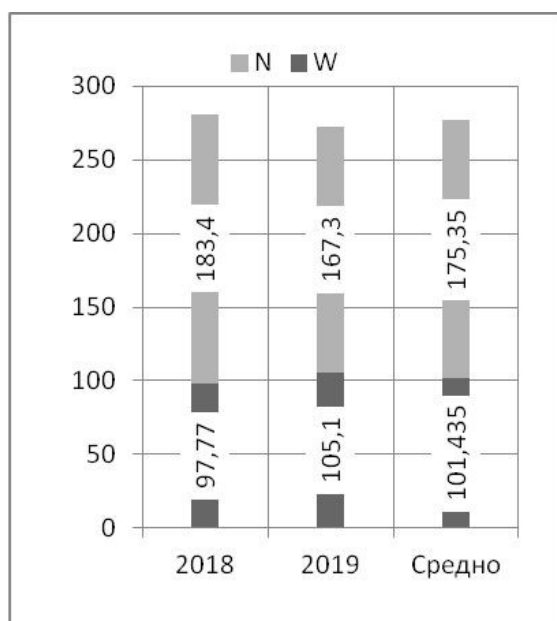
са за сметка на запасите от влага (начален воден баланс), (фиг.3). При варианта на напояване съществен дял във формирането на водоразхода заема напоителната норма – средно 61,45%. (фиг.4).

Таблица 2. Участие на водния запас валежите и напоителната норма във формирането на ЕТ при сорго в слоя 0 – 0.80m.

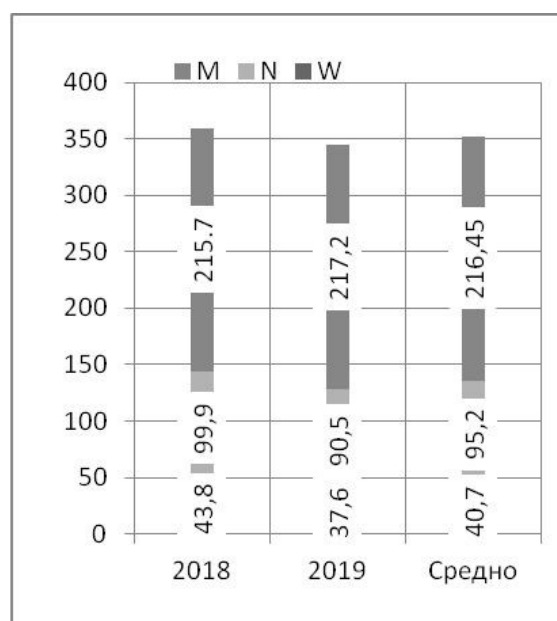
Table 2. Involvement of the water supply, precipitations and irrigation depth in the formation of ET to sorghum in the layer 0-0.80m.

Показател	Без напояване		Напояван		Без напояване		Напояван	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
	2018				2019			
ΣЕТ	282.2	100	359,5	100	272.4	100	345.4	100
W воден запас	97.77	35.0	43.8	12.2	105.1	38.6	37.6	10.9
N валежи	183.40	65.0	99.9	27.8	167.3	61.4	90.5	26.2
M	-	-	215,7	60.0	-	-	217.2	62.9
Средно 2018– 2019 г								
Показател	Без напояване		Напояван		Без напояване		Напояван	
	Mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
ΣЕТ	277.2	100	352.5	100	272.4	100	345.4	100
W воден запас	101.43	36.8	40.7	11.55	105.1	38.6	37.6	10.9
N валежи	175.35	63.2	95.2	27.0	167.3	61.4	90.5	26.2
M	-	-	217.2	61.45	-	-	217.2	62.9

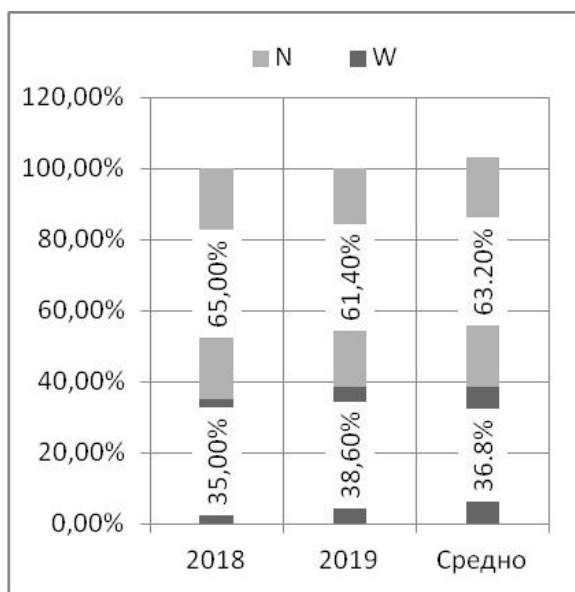
ΣЕТ – сумарна евапотранспирация (total evapotranspiration)
W – начален воден запас (initial water supply)
N – вегетационни валежи (precipitations during vegetation period)
M – напоителна норма (irrigation depth)



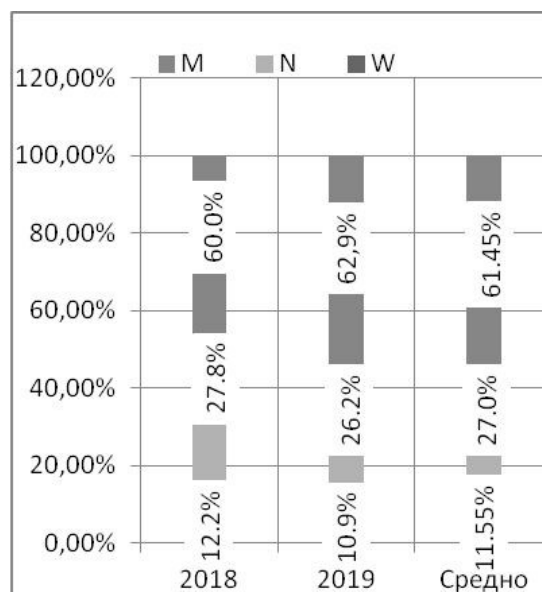
Фигура 1. Формиране на ЕТ в слоя 0-0.80m при неполивни условия
Figure 1. Formation of ET in layer 0 – 0.80m without irrigation



Фигура 2. Формиране на ЕТ в слоя 0 – 0.80m. при оптимално напояване
Figure 2. Formation of ET in layer 0 – 0.80m under optimum irrigation conditions

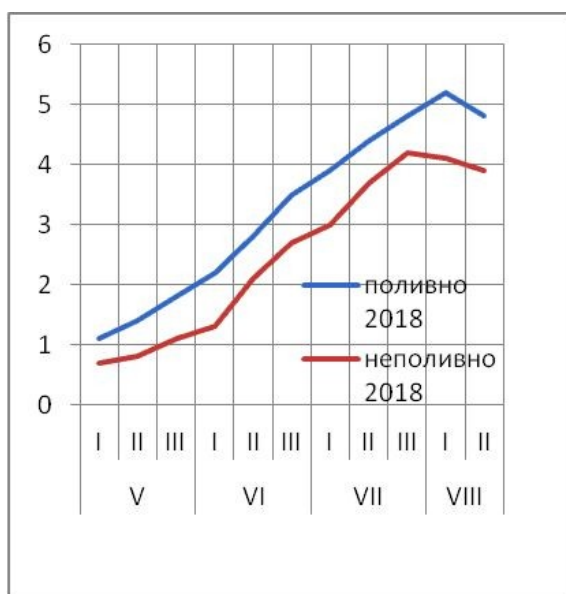


Фигура 3. Относително формиране на ЕТ в слоя 0-0.80m при неполивни условия
Figure 3. Relative formation of ET in layer 0 – 0.80m without irrigation



Фигура 4. Относително формиране на ЕТ слоя 0 – 0.80m при оптимално напояване.
Figure 4. Relative formation of ET in layer 0 – 0.80m optimum irrigation conditions

За правилното прогнозиране на времето за напояване, е необходимо да бъде проучен средноденонощният ход на ЕТ. На фигурите 5 и 6 са представени данните по години, съответно при неполивни и поливни условия.



Фигура 5. Средно – денонощен ход на евапотранспирацията, (mm) за 2018
Figure 5. Daily evapotranspiration, (mm) during 2018



Фигура 6. Средно – денонощен ход на евапотранспирацията, (mm) за 2019
Figure 6. Daily evapotranspiration, (mm) during 2019

При неполивни условия и през трите опитни години, независимо от метеорологичните различия, ходът на ЕТ зависи от водозапасеността на почвата и използваните валежи през вегетацията на соргото. Евапотранспирацията в началните етапи от развитието на културата е ниска, но влагообезпечаването е било достатъчно за нормалното и протичане. Независимо от количеството на валежите при вариантите с естествено овлажняване средноденоношните стойности на ЕТ не надвишават 4.2mm (края на юли – началото на август – 2018г). До началото на поливния период ЕТ при двата варианта е почти еднаква, след което при напоявания вариант стойностите ѝ се увеличават, благодарение на създадените благоприятни условия от напояването. Максимумът при напоявания вариант се отчита през първата десетдневка на месец август на 2018г. – 5.2mm., след което постепенно започва да намалява и към края на вегетацията достига стойности, близки до тези в началото на вегетационния период.

Продуктивността на евапотранспирацията може да бъде изразена по два реципрочни начина, а именно: добив (kg/ha) за 1mm изразходена вода (1) изразходена вода (mm) за получаване на добив от 1kg/ha (2). Данните за продуктивността на евапотранспирацията при соргото, изразена по двата описани начина за опитните години и средно за експерименталния период са нанесени в таблица 3. Соргото за зърно може да се счита, че изразходва наличната вода в почвата сравнително рационално, както при оптимално напояване, така и при условията на почвено засушаване. Средно за опитните години за получаването на 1kg добив на зърно при неполивни условия се изразходват 22.47mm вода, а при поливни условия – 20.83mm. От 1 mm изразходена вода, при неполивни условия се получава средно 0.044 kg/ha зърно а при оптимално напояване – 0.047kg/ha суха биомаса.

Таблица 3. Продуктивност на евапотранспирацията при сорго за зърно

Table 3. Evapotranspiration productivity for sorgo grain

Варианти Variants	ET mm	Добив на зърно kg/da yield dry biomass (kg/da)	Продуктивност на ЕТ ET productivity		ET mm	Добив на зърно kg/da yield dry biomass (kg/da)	Продуктивност на ЕТ ET productivity	
			1	2			1	2
	2018					2019		
1.ненапояван no irrigated	282.2	6140	0.046	21.75	272.4	6300	0.043	23.2
2.напояван irrigated	359.5	7339	0.049	20.40	345.4	7509	0.046	21.27
Средно за 2018 – 2019 Average for 2018 – 2019								
1.ненапояван no irrigated	277.2	6220	0.044	22.47	-	-	-	-
2.напояван irrigated	352.5	7424	0.047	20.83	-	-	-	-

1 – добив (kg/da) за 1mm ЕТ /yield (kg/da) from 1 mm of ET

2 – ЕТ (mm) за добив от 1 kg/da ЕТ (mm) for yield of 1 kg/da

Заклучение

Евапотранспирацията изчислена при неполивни условия на соргото за зърно се влияе от характера на годината и варира от 272.4 до 282.6 mm.

Натрупаните по време и след прибиране на предшественика запаси от влага при неполивни условия осигуряват средно 36.80 % за слоя 0 – 0.80m, като останалите % са за сметка на използваемите вегетационни валежи.

При напояване най-голям дял във формирането на водоразхода заема напоителната норма – средно 61.45%. При поливни условия относителното участие на началния воден запас във формирането на ЕТ значително намалява.

При неполивни условия максимумът на средноденоношните стойности на ЕТ са в зависимост от метеорологичните условия и достига от 4.2mm. При оптимално напояване водоразходът е най-интензивен през първата десетдневка на месец август след което постепенно започва да намалява и към края на вегетационния период достига стойности близки до тези в началото на вегетационния период.

За получаването на 1 kg добив суха биомаса от хектар при неполивни условия се изразходват средно 22.47mm вода, а при поливни условия – 20.83mm. От 1mm изразходена вода, при неполивни условия се получава средно 0.044kg/ha суха биомаса, а при оптимално напояване – 0.047kg/ha

Литература

- Bazitov, R 2020. Evapotranspiration in Sudan grass second culture grown under non – irrigated and optimal irrigated conditions. *Agricultural science and technology*, vol. 12, no 4, pp. 335-339.
- Corleto, A. 1985. Sudalimenti zottrchnice, prodotti in ambiente irrigo Terra e Vite, 26
- Dukic, D., R. Stanisvljevic, I. Stoianovic, J. Milencovic, R. Petrovic and O. Aleksic, 2003 Yild, quality and energy foder sorghum and Sudan grass. *Grassland Science in Europe*, 8: 326 – 329 (Sb)
- Enchev, S., 2013. Influence of grain sorghum and sudan grass predecessors on components of barley yield structure. *Agricultural science*, 46, (1): 57-61.
- Enchev, S., G. Kikindonov, 2015. Influence of mineral nitrogen and organic fertilization on the productivity of grain sorghum. *Agrucultural science and technology*, 7, (4) : 441-443 (Bg).
- Farré, I., Faci J. , 2006. Comparative response of maize (*Zea may L.*) and sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agricult Water Manag* 83:135–14.
- Gramatikov, B., B. Zarkov, D and D. Tanchev, 2002 Sorghum – an alternative crop for dry condition. Jubilee Scientific Session, Sadovo, 1; 102 – 105 (Bg)
- Garofalo, P., M. Rinaldi. (2013). Water use efficiency of irrigated biomass sorghum in a Mediterranean environment. *Span J Agricult Res* 11(4):1153–1169
- Howell, T. , J. Tolk, S. Evett, K. Copeland, and D. Dusek. 2007. Evapotranspiration of deficit irrigated sorghum and winter wheat. In: A.J. Clemmens and S.S. Anderson, editors, *The role of irrigation and drainage in a sustainable future. Proceedings of the USCID Fourth International Conference on Irrigation and Drainage*, Sacramento, CA. 3–6 October.. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, Denver, CO. p. 223–239
- Klocke, N., R. Currie, Tomsicek, D., & Koehn, J. 2012. Sorghum yield response to deficit irrigation. *Trans. ASABE*, 55(3), 947-955. <https://doi.org/10.13031/2013.41526>
- López-Urrea, R., L. Martinez-Molina, F. de la Cruz, A. Montor, J. Gonzalez-Piqueras, M. Odi-Lara, and J.M. Sanchez. 2016. Evapotranspiration and crop coefficients of irrigated biomass sorghum for energy production. *Irrig. Sci.* doi:10.1007/s00271-016-0503
- Matev, A. and R. Petrova, 2012. Grain corn evapotranspiration depending on irrigation regime *Science & Technologies*, II, (6), Plant studies, 50 -55

- Petrova - Branicheva, V., & Hristova, M. (2020). Influence of mineral fertigation on soil parameters by cultivation of the determinant tomato variety Nikolina F1, Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology, 54(1), 26-32.
- Petrova-Branicheva, V. (2016). Water-efficiency technologies to create optimal conditions for microirrigation raspberries. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 19(4), 124-143.
- Tanchev, D and Ivanov, 1995 Comparative testing of sorghum for grain and maize grown under sexual conditions Crop Science, Sofia, vol XXXII, № 9 - 10, 153 - 155.
- Tyagi, N. K., Sharma, D. K and.- Luthra S. K, 2000 Evapotranspiration and crop coefficients of wheat and sorghum Journal of irrigation and drainage engineering / july/august, 2015 -222.
- Videva, M. and M. Gerdjikova 2004 Comparative study of new varieties of hybrid sorghum varieties for grain. Scientific Conference Stara Zafora, items 2, parts 1, 72 -77. (Bg)
- Wani S., Albrizio R, Vajja N (2012) Sorghum. In: Steduto P, HsiaoTC, Fereres E, Raes D(eds) Crop yield response to water. FAO Irrig Drain Pap 66, Rome, 500 pp
- Zarkov B., D. Atanasova, 2008 Comparative testing of sorghum in the region of Karnobat International Scientific Conference June 5 - 6, CD.

ЕРОЗИОННИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ РАЗЛИЧНИ СИСТЕМИ НА ОБРАБОТКА НА ПОЧВАТА ОТ СТАЦИОНАРНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ, ПРОВЕДЕНИ ВЪРХУ КАРБОНАТЕН ЧЕРНОЗЕМ

Гергана Кунчева¹, Илиана Иванова², Евгени Енчев³

¹ИПАЗР“Никола Пушкиarov“, София, ²ИЗС „Образцов чифлик“, Русе

³Русенски университет“ Ангел Кънчев“, Русе

e-mail: g.kuncheva@issapp-pushkarov.org

Резюме

Природните условия в нашата страна (климат, релеф и почви) в съчетание с начина на земеползване обуславят интензивно развитие на водна ерозия, която се явява най-широко разпространеният и интензивно действащ почвен деградационен процес. Устойчивото управление на почвените ресурси е глобален проблем, в условията на непрекъснато нарастващо население на планетата, климатичните промени и причинената от антропогенната дейност деградация на почвите.

В настоящата статия са представени резултатите от различни научни изследвания, проведени в Опитно поле с. Тръстеник, върху влиянието на прилагани противоерозионни и традиционни начини за обработка на почвата, върху ерозионните показатели (повърхностен воден отток и ерозирана почва).

Ключови думи: водна ерозия, повърхностен воден отток, ерозирана почва, стационарни ерозионни изследвания, традиционни и противоерозионни технологии.

EROSION INDICATORS OF DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS FROM STATIONARY STUDIES, ON CALCIC CHERNOZEM

Gergana Kuncheva¹, Iliana Ivanova², Evgeni Enchev³

¹ISSAPP "Nikola Pushkarov", Sofia, ²"Obraztsov Chiflik" IASS, Ruse

³Ruse University "Angel Kanchev", Ruse

e-mail: g.kuncheva@issapp-pushkarov.org

Abstract

The natural conditions in our country (climate, topography and soils) in combination with the land use cause intensive development of water erosion, which is the most widespread and intensively acting soil degradation process. The sustainable management of soil resources is a global problem, in the context of the reduction of the growing population of the planet, climate change and soil degradation caused by anthropogenic activity.

This article presents the results of various scientific studies conducted in the Experimental field in the village of Trastenik, on the influence of applied erosion control and other methods of soil tillage, on erosion indicators (volume of surface water runoff and quantity of eroded soil).

Key words: water erosion, surface water runoff, eroded soil, stationary erosion field plots, traditional and erosion control technologies.

Въведение

Ерозията на почвата е сложен и динамичен почвен деградационен процес, който зависи от климатични, растителни и едафични фактори. Последствията от протичането на водна ерозия са загуба на почва, разрушаване на почвената структура, загуба на хранителни вещества, което води до влошаване на функциите на почвата и намаляване на добива на отглежданите култури (Belayneh, 2019). Почвената ерозия играе важна роля за повлияване на хидрологичния процеси цикъла на ключови елементи, като въглерод и азот (Belayneh, 2019, Huang, 2022).

Република България е с най-висок интензитет на ерозия на единица площ ($1,9 \text{ t/ha}$), измежду страните на Балканския полуостров, като 60,1% от почвите ѝ са със средна, силна и много силна податливост на ерозия (над $0,03 \text{ ha/h/haM}^3\text{mm}$) (Ruseva, 2010). Системните научни изследвания по ерозия на почвата в земеделските земи в България започват през 1956 г. със създаването на секция „Почвена Ерозия“ към Почвения Институт при БАН и откриване на три опитни полета за ерозионни проучвания. През периода 1970-1979 е създадена Опитната станция за борба с ерозията в гр. Русе с Опитно поле за ерозионни изследвания в с. Тръстеник – Русенско. За изтеклите години на ерозионни изследвания в България, са извършени стотици наблюдения на проява на ерозионни процеси върху стационарни отточни площадки в 9 експериментални бази. Публикувани са няколко хиляди научни и научно-популярни статии, редица монографии, студии и учебници, които изясняват редица въпроси, свързани с механизма и факторите на ерозионните процеси.

Опитна станция за борба с ерозията гр. Русе, където са проведени настоящите изследвания, се намира в северния климатичен район на Дунавската хълмиста равнина, на почва Карбонатен Чернозем, който се отличава с голяма разпрашеност и „структурен дефицит“, явление, което се наблюдава в обработваемите площи поради промени в техния механичен, микроагрегатен и структурен състав (фиг. 1) (Teoharov, 2014). В настоящата статия са представени резултатите от различни научни изследвания, проведени в Опитно поле с. Тръстеник, върху влиянието на прилагани противоерозионни и традиционни начини за обработка на почвата, върху ерозионните показатели (повърхностен воден отток и ерозирана почва).



Фигура 1. Водна ерозия - „Опитното поле на ИПАЗР „Никола Пушкарров“ в с. Тръстеник, обл. Русе.

Материали и методи

Северния климатичен район на Дунавската хълмиста равнина се характеризира с умерено-континентален климат, с по-рязко изразена континенталност. Релефът на област Русе е равнинен до хълмист. В областта най-голям дял имат земите с наклон на склона 3-6 и 6-9° – 48% (като за страната този дял е 28%). Ерозионността на дъждовете за 63,5 % от територията на страната е по-висока от 601 MJ mm/ha h ,

докато тази стойност за Русенска област е 91 % (Ruseva, 2010), което обуславя по-висок потенциален риск от площна водна ерозия на територията на Русенска област в сравнение с тази за страната.

През годините на ерозионни изследвания в Опитна станция по борба с ерозията в с. Тръстеник, са проведени голям брой научни експерименти с различни типове обработка на почвата и при различни култури. Изпитвани са нулеви, минимални обработки, прорязване, прорязване с ходоообразуване, ходоообразуване с браздообразуване, повърхностно мулчиране с различни органични материали, вертикално мулчиране и др.

Ерозионните показатели в годините на изследване са отчитани чрез прилагане на стационарен метод, чрез изграждане на стационарни отточни площадки с площ при 75 m², от които оттичащият се двуфазен отток е насочван в оттокоуловителни контейнери и са определяни обемът на повърхностния воден отток и количеството на ерозираната почва.

Резултати и обсъждане

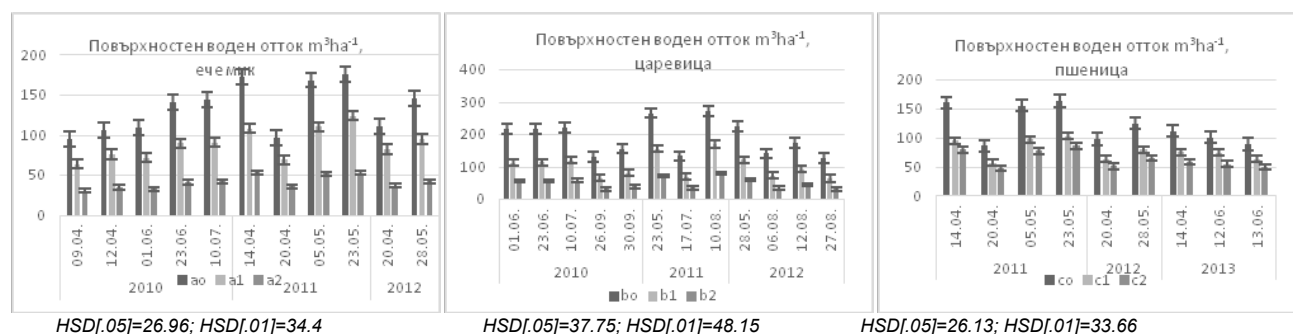
При полски експерименти в опитно поле с. Тръстеник, проведени през периода 2004-2006 г. се установява влиянието на редуцирани обработки върху ерозията на почвата и загубите на органично вещество и хранителни елементи (Tzvetkova, 2005; Mitova, 2006; Tzvetkova, 2007). Изпитани са шест варианта на обработка на почвата (Табл. 1). Най-ниски са количествата на изнесената почва при варианта **a₂**, при който се използва нулева обработка на почвата. Близки до тях са стойностите на почвените загуби на вариантите **a₃** и **a₅**, при които е приложено прорязване с ходоообразуване и браздообразуване. При тях е най-висок оттокоредуциращия ефект от почвозащитните обработки. По-слаб е противоерозионният ефект при варианта **a₁**, на който е осъществена минимална обработка на почвата без есенно изораване (Tzvetkova, 2005; Mitova, 2006; Tzvetkova, 2007).

Таблица 1. Ерозионни загуби на почва и обем на повърхностния воден отток (Tsvetkova, 2005; Mitova, 2006; Tsvetkova, 2007)

Година	Вариант	Повърхностен отток, m ³ .ha ⁻¹	Ерозирана почва, kg.ha ⁻¹	Година	Вариант	Повърхностен отток, m ³ .ha ⁻¹	Ерозирана почва, kg.ha ⁻¹
2004	a ₁	125.2	790	2005	a ₁	265.8	2751
	a ₂	80.9	438		a ₂	195.4	1612
	a ₃	89.8	485		a ₃	176.3	1637
	a ₄	154.1	1593		a ₄	474.7	7991
	a ₅	93.1	504		a ₅	178.9	1696
	a ₆	162.4	1651		a ₆	464.7	7539

В изследване, проведено през периода 2010 – 2012г. са изпитани три варианта на обработката при три култури (Georgieva, 2012, 2013). Изпитваните култури са пшеница (c₀-c₂), ечемик (a₀-a₂) и царевица (b₀-b₂) (Фиг. 2, 3 и табл.2). При всяка култура са заложили: като първи вариант (a₀, b₀, c₀) - традиционни обработки, приложени надолу по склона, втори вариант (a₁, b₁, c₁), традиционни обработки, приложени напречно на наклона на склона. Третият вариант при ечемик (a₂), включва минимални обработки с вертикално мулчиране с пшенична слама, осъществени през есента след прибирането на предшественика. При царевицата, последният вариант - b₂, основната обработка на почвата – дълбоката оран е заменена с безотвалната технологична операция разрохкване (с Чизел култиватор) на дълбочина 0,40 m. При

последния вариант, при пшеница (c_2), е приложена директна сеитба напречно на наклона на склона, през есента, месец октомври на необработено стърнище със сеялка култиватор.



Фигура 2 Повърхностен воден отток при опити с пролетен ечемик (a_0 , a_1 , a_2), царевица (b_0 , b_1 , b_2) и зимна пшеница (c_0 , c_1 , c_2), 2010-2012 г. (Georgieva, 2011, 2012, 2013)



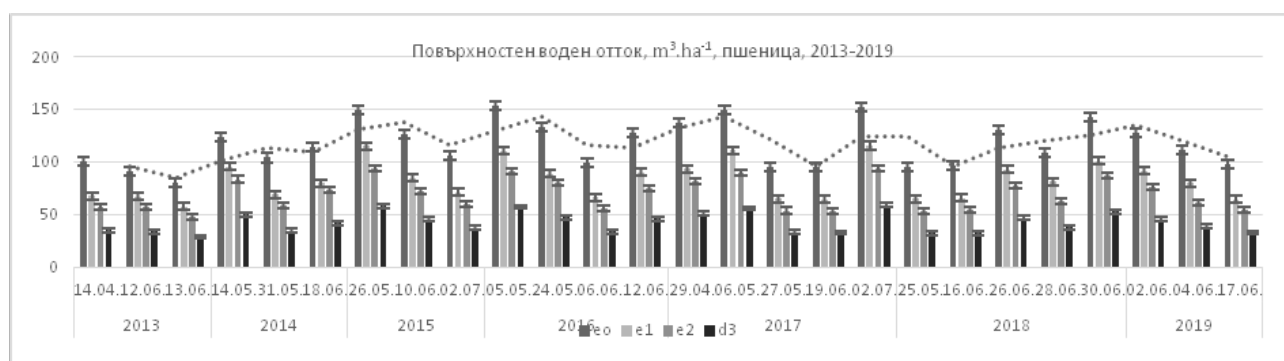
Фигура 3 Ерозирана почва при опит с пролетен ечемик (a_0 , a_1 , a_2), царевица (b_0 , b_1 , b_2) и зимна пшеница (c_0 , c_1 , c_2), 2010-2012 г. (Georgieva, 2012, 2013)

Таблица 2. Повърхностен воден отток и количество на ерозираната почва при опити с пролетен ечемик (a_0 , a_1 , a_2), царевица (b_0 , b_1 , b_2) и зимна пшеница (c_0 , c_1 , c_2), 2010-2012 г. (Georgieva, 2012, 2013)

Повърхностен воден отток ($m^3 ha^{-1}$)									
Варианти	a_0	a_1	a_2	b_0	b_1	b_2	c_0	c_1	c_2
Средно	133,6	89,7	41,8	190,82	104,45	51,05	121,4	79,0	63,6
Минимум	95,5	64,1	30,8	129,0	65,2	32,3	86,4	57,4	48,2
Максимум	176,2	124,6	54,2	272,2	170,8	80,5	164,1	102,9	86,5
Ст. отклонение	30,8	19,1	8,2	52,6	35,2	16,3	31,4	16,5	14,4
Ерозирана почва ($kg ha^{-1}$)									
Средно	1856,7	1105,9	240,2	2828,08	1069,83	242,73	1438,2	844,6	695,8
Минимум	1369,0	885,0	183,0	1818,3	607,7	148,4	948,0	592,0	498,0
Максимум	2275,0	1342,0	287,0	4047,5	1642,2	359,3	1916,0	1124,0	913,0
Ст. отклонение	328,7	170,5	37,1	886,5	392,8	81,4	376,2	217,5	152,1

При прилагане на вертикално мулчиране със слама, за отглеждане на пролетен ечемик на наклонени терени, повърхностният воден отток намалява от 2,7 до 3,4 пъти, а ерозираната почва от 7,4 до 8,0 пъти, в сравнение с площите обработвани традиционно по наклона. При отглеждане на царевица с минимални обработки, без обръщане на пласта, средногодишните стойности на повърхностния воден отток намаляват от 3,4 до 4,0 пъти, а тези на ерозираната почва от 11,3 до 12,3 пъти. Повърхностният воден отток намалява от 1,8 до 2,0 пъти, а ерозираната почва от 1,9 до 2,2 пъти, при варианта с пшеница, с приложена директна сеитба, в сравнение с площите, обработвани традиционно по наклона.

През периода 2012 – 2019 година, на два етапа са заложили и изведени експерименти върху противоерозионната и почвозащитна ефективност на усъвършенствани технологии за минимална и нетрадиционна обработка на почвата за отглеждане на земеделски култури на наклонени земеделски земи (Dimitrov, 2016, 2017, 2018, Ivanova, 2019 a,b) (фиг. 4,5,6,7,табл.4). През първия етап на експеримента, осъществен през 2012 – 2015 г., е прилаган компост като мулчиращ материал, а през периода 2015 – 2019 г., за тази цел се използва оборски тор. Експериментите включват две култури – пшеница и царевица.



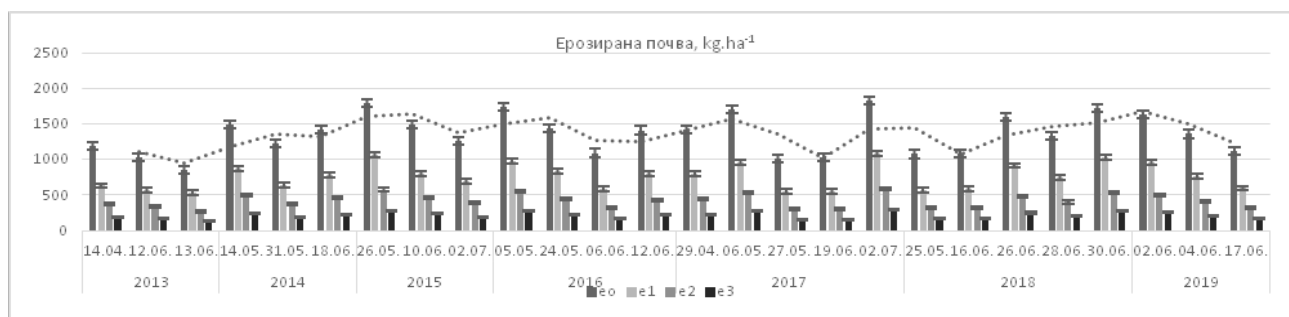
$P<0,001$; $HSD[.05]=13.34$; $HSD[.01]=16.32$

Фигура 4. Повърхностен отток при опит пшеница ($m^3 \cdot ha^{-1}$), 2012-2019 г.



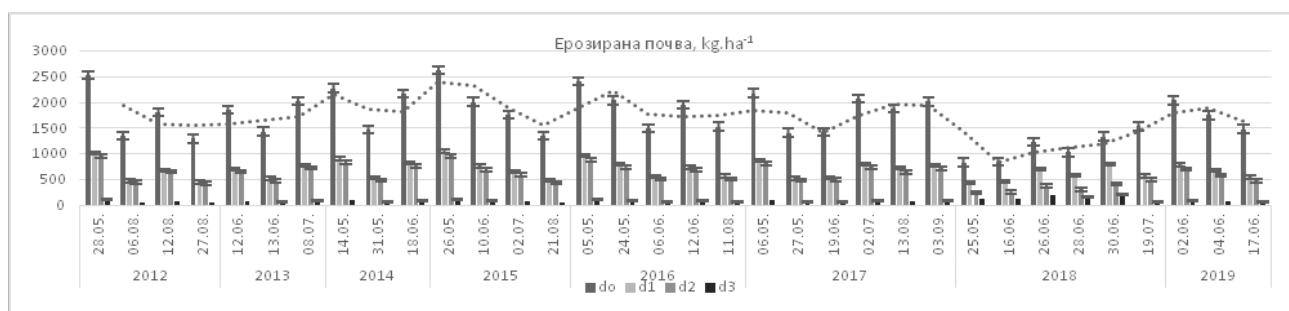
$P<0,001$; $HSD[.05]=18.31$; $HSD[.01]=22.31$

Фигура 5. Повърхностен отток при опит царевица ($m^3 \cdot ha^{-1}$), 2012-2019 г.



$P < 0,001$; $HSD[.05] = 138.74$; $HSD[.01] = 169.74$

Фигура 6. Ерозирана почва при опит пшеница (kg.ha⁻¹), 2012-2019 г.



$P < 0,001$; $HSD[.05] = 234.41$; $HSD[.01] = 285.59$

Фигура 7. Ерозирана почва при опит царевица (kg.ha⁻¹), 2012-2019 г.

Вариантите при пшеница (e₀, e₁, e₂) и при царевица (d₀, d₁, d₂) са съответно - e₀; d₀ - традиционна технология по наклона на склона - контрола; e₁, d₁ - традиционна технология, прилагана напречно на наклона; e₂, d₂ - повърхностно мулчиране с компост или оборски тор. Като четвърти вариант са заложили - e₃ - посев пшеница, с вертикално мулчиране с компост или оборски тор; d₃ - посев царевица, отглеждан по усъвършенствана почвозащитна технология, включваща противоерозионните мерки разрохкване (като основна обработка на почвата), вертикално мулчиране с оборски тор, прорязване с ходообразуване при сеитбата и окопаването (Dimitrov, 2016).

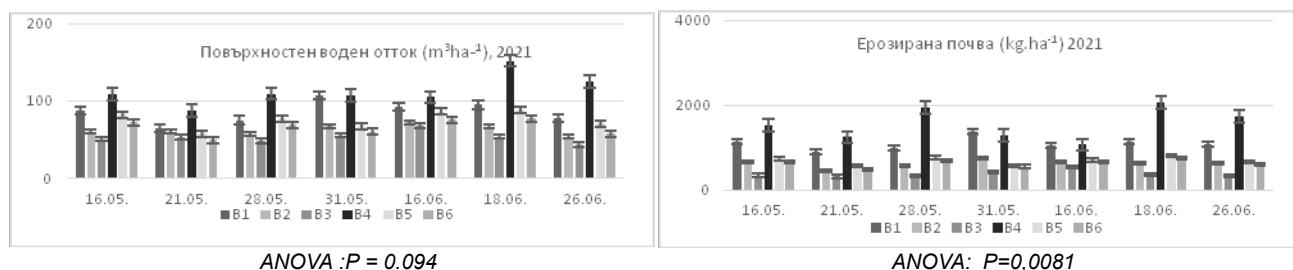
Отткоредуциращата и противоерозионна ефективност на усъвършенстваните почвозащитни технологии през двата етапа са сходни, като стойностите на повърхностния воден отток при прилагането им при пшеница, намаляват от 2,5 до 3,0 пъти, а тези на ерозираната почва от 6,2 до 6,5 пъти, в сравнение с площите отглеждани традиционно по наклона на склона. При тяхното прилагане при царевица, стойностите на повърхностния воден отток намаляват от 5,2 до 5,4 пъти, а тези на ерозираната почва от 21,5 до 24,3 пъти, в сравнение с площите, отглеждани по наклона на склона.

Таблица 4. Повърхностен воден отток и количество на ерозираната почва при опити с царевица (d₀, d₁, d₂, d₃) и зимна пшеница (e₀, e₁, e₂, e₃), 2012-2019 г. (Dimitrov, 2018, Ivanova, 2019a, 2019b)

Варианти	Повърхностен воден отток (m ³ ha ⁻¹)							
	e ₀	e ₁	e ₂	e ₃	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃
Средно	91,3	64,5	54,0	32,9	190,4	111,9	98,2	39,3
Минимум	62,4	44,9	37,4	22,4	106,2	65,2	59,6	24,0
Максимум	119,3	90,0	72,7	45,9	266,4	159,5	142,6	58,6
Ст. отклонение	16,8	13,8	11,5	7,3	45,1	26,0	23,9	8,5

Варианти	Ерозирана почва (kg.ha ⁻¹)							
	e ₀	e ₁	e ₂	e ₃	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃
Средно	1057,3	594,0	327,1	165,3	2461,9	980,5	851,1	133,4
Минимум	1193,6	634,6	355,3	76,4	1193,6	634,6	355,3	76,4
Максимум	3758,7	1501,6	1378,0	305,7	3758,7	1501,6	1378,0	305,7
Ст. отклонение	647,6	237,8	267,7	52,9	647,6	237,8	267,7	52,9

През 2021 година е заложен опит с две култури пшеница (B1-B3) и царевица (B4-B6), като първите два варианта са отново с традиционни обработки, прилагани надолу (B1, B4) и напречно на склона (B2, B5). При третия вариант се прилага директна сеитба, при пшеница (B3) и предкултура (овес с рапица) преди сеитбата на царевица (B6) (Фиг.8, табл.5).



Фигура 8. Повърхностен отток и ерозирана почва при опит пшеница 2021 г.

Таблица 5. Повърхностен воден отток и количество на ерозираната почва при опити с царевица (B4, B5, B6) и зимна пшеница (B1, B2, B3), 2021г.

Варианти	Повърхностен воден отток (m ³ ha ⁻¹), 2021						Ерозирана почва (kg.ha ⁻¹) 2021					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Средно	86,2	62,8	53,7	114,0	76,3	66,5	1100,7	628,0	379,0	1558,6	695,0	633,8
Минимум	65,5	54,4	43,8	88,1	58,2	49,9	890,8	461,9	320,0	1070,9	577,0	495,8
Максимум	107,3	72,6	68,1	152,5	89,0	77,9	1386,7	752,7	551,5	2067,5	818,7	751,4
Ст. отклонение	14,0	6,5	7,5	20,2	11,2	10,4	155,0	90,3	83,5	376,5	91,4	88,5

От резултатите, получени за обема на повърхностния воден отток и ерозираната почва, се установява най-значителен противоерозионен ефект на варианти B3 при опита с пшеница и вариант B6 при опита с царевица. Добър противоерозионен ефект имат и вариантите, отглеждани напречно на наклона на склона.

Заклучение

Най-значителни загубите на почва от водна ерозия, както и най-голям обем на повърхностния воден отток, се отчитат при прилагане на конвенционални обработки по наклона на склона. Прилагането на почвозащитни мерки намалява съществено повърхностния воден отток и загубите на почва от водна ерозия. Минимални и нулеви обработки, както и почвозащитни обработки без есенна оран намаляват загубите на почва при Карбонатен Чернозем с 2 до 7 пъти. Почвозащитните методи повърхностно и вертикално мулчиране също имат значителна противоерозионна ефективност.

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).

Литература

- Belayneh, M., Yirgu, T. & Tsegaye, D. 2019 Effects of soil and water conservation practices on soil physicochemical properties in Gumara watershed, Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Ecol Process* 8, 36. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0188-2>
- Dimitrov, P. Beloev, H., Kuncheva, G., Enchev, E. 2018. Comparative research on advanced technologies for minimum and unconventional soil tillage with application of different mulching materials for growing wheat on sloping agricultural lands. *Agricultural, forest and transport machinery and technologies*, vol.V, Issue I, 28-38p, ISSN 2367-5888
- Dimitrov, P., Hr. Beloev, T. Trifonova, S. Ruseva, K. Stoyanov, D. Ilieva, G. Kuncheva. 2016. Advanced soil protection technologies for minimal and unconventional tillage on sloping terrain, Ruse University Publishing Center "A. Kanchev", Ruse, 62 pp., ISBN 978-619-7135-08-4
- Dimitrov, P., I. Beloev, G. Kuncheva. 2017. Efficiency of Advanced Systems for Minimum and Unconventional Tillage for Maize Production on Slope *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, Vol.5, Issue 5, Science Publishing Group, USA, pp 263-267, ISSN 2326-9561
- Georgieva G., P. Dimitrov, S. Ruseva, H. Beloev. 2012. Comparative study between traditionally applied technologies and technology for minimum tillage when growing corn on sloping terrain, *Scientific works of RU "Angel Kanchev"*, volume 51, series 1.1, Ruse:
- Georgieva G., P. Dimitrov, S. Ruseva. 2013. Research on the effectiveness of minimum tillage in wheat cultivation on sloping terrain, *Scientific works of RU "Angel Kanchev"*, volume 52, series 1, Ruse:
- Huang, B.; Yuan, Z.; Zheng, M.; Liao, Y.; Nguyen, K.L.; Nguyen, T.H.; Sombatpanit, S.; Li, D. 2022. Soil and Water Conservation Techniques in Tropical and Subtropical Asia: A Review. *Sustainability*, 14, 5035. <https://doi.org/10.3390/su14095035>
- Ivanova I. 2019a. Determining the economic and soil protection efficiency of an advanced technology for minimal and non-traditional tillage using manure when growing wheat on sloping lands. 58th Scientific Conference of Ruse University "A. Kanchev" and Union of Scientists - Ruse, no. 58 kn 1.1. 16-21. ISSN 1311-3321 (print). ISSN 2535-1028 (CD-ROM). ISSN 2603-4123 (on-line)
- Ivanova I. 2019b. Research on the influence of advanced soil protection technology for minimal and non-traditional tillage using manure when growing grain corn on sloping terrain. 58th Scientific Conference of Ruse University "A. Kanchev" and Union of

Scientists - Ruse no. 58, book 1.1.11-15. ISSN 1311-3321 (print). ISSN 2535-1028 (CD-ROM). ISSN 2603-4123 (on-line)

- Mitova T., Rousseva S., Tzvetkova E. 2006. Conservation agricultural practices for soil erosion protection in Bulgaria – A brief review. In: *“Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment”*, Proc. 17th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organization; August 28th – Sept. 3rd, 2006 Kiel, Germany: 1049-1056.
- Ruseva S., L. Lozanova, D. Nekova, V. Stefanova, H. Jozhov, E. Tsvetkova, I. Malinov and others. 2010. Risk of soil erosion in Bulgaria and recommendations for soil conservation use of agricultural lands, Part I. Publish SaiSet-Eco, Sofia
- Teoharov, M. & Shishkov, Toma & Hristov, Biser & Filcheva, Ekaterina & Ilieva, R. & Lubenova, I. & Kirilov, Ivaylo & Dimitrov, Georgi & Krasteva, I. & B, Georgiev & Banov, Martin & Ivanov, Plamen & Hristova, Mariana & Mitreva, Zornitsa. 2014. Chernozems in Bulgaria - Systematic, Specific Features and Problems. XLVIII. 3-9.
- Tsvetkova E., P. Dimitrov, T. Mitova, V. Kutev. 2007. Impact of traditional and some soil conservation technologies in maize cultivation on soil and nutrient export. Scientific reports from the international conference "60 years Institute of Soil Science "N. Pushkarov", Second part, Sofia: 636-639.
- Tsvetkova, E., Dimitrov P., Mitova, T., Kutev, V. 2005. Reduction of erosion and export of carbon and nutrients with reduced treatments of carbonate chernozem. National conference with an international part "Management, use and protection of soil resources" May 15-19, Sofia, 404-408.

IMPACT OF LAND MANAGEMENT TYPES ON THE TYPICAL CHERNOZEM PROPERTIES

V. G. Mamontov¹, Y. I. Enakiev², A. R. Bakhitova¹, A. M. Polyakov¹, S. A. Belyaeva¹

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)*

e-mail: mamontov1954@inbox.ru, yenakiev@yahoo.co.uk, bakhitowaar@mail.ru, polyakov@rgau-msha.ru

Resume

The article gives an assessment of the features of the change in the properties of Chernozems with prolonged extensive agricultural use and when being in the deposits for a certain set period. The following variants of the experiment were considered: virgin Chernozem, layland, permanent fallow land, permanent winter wheat without fertilizers, permanent corn without fertilizers. The object of the study was typical heavy loamy Chernozem. Soil samples were taken on a site of virgin non-native steppe from the humus-accumulative horizon A of Chernozem (a layer with a thickness of 5-25 cm). The greatest and least negative changes in the chemical properties of typical Chernozem with long-term extensive agricultural use have been determined.

Key words: *Chernozem, virgin, layland, permanent fallow, arable Chernozem, properties of Chernozem.*

Introduction

Agriculture on Chernozems is effective due to a combination of a hydrothermal regime favorable for most crops and high potential soil fertility. The combination of these properties allows you to get high yields from a smaller area. However, it is impossible to allow a decrease in the fertility of Chernozems. This task is of paramount importance, since the replacement of the natural soil-forming process with a naturally anthropogenic one entails a number of irreversible changes in the functioning of Chernozems, which affects their regimes and properties (Lebedeva et al., 2013; Zubkova, 2022).

In recent decades, the problem of properties and regimes deterioration of arable Chernozems has worsened. This is due to the refusal of agricultural producers from crop rotations and orientation to narrow specialization and even to long-term permanent one crop cultivation (Belobrov et al., 2022; Gabibullaev, 2022). The situation is aggravated by low crop cultivation and irregular use of heavy agricultural machinery, limited (or complete absence) use of fertilizers, primarily organic, or irregular application of mineral fertilizers containing monovalent cations (K, Na, NH₄), causing negative changes in the soil absorbing complex and physical properties of soils.

Significant areas of arable land in some countries have been withdrawn from active agricultural turnover, transferred to the fallow and represent territories occupied by natural vegetation (Jalankuzov and Nazanova, 2015). Currently, the total area of former agricultural land that has passed into the category of deposits is an important reserve for increasing the arable land areas.

Therefore, the assessment of the characteristics of changes in the Chernozems properties during prolonged extensive agricultural use and when being in deposits during a clearly defined period is of great practical and scientific importance.

Materials and Methods

Replacement of natural herbaceous vegetation with cultivated plants of agrocenoses entails a 2-8-fold decrease in the amount of plant litter (Gubarev et al., 2022). Annual mechanical treatments increase the aeration of the soil profile, this leads to a decrease in the humification coefficients of organic residues and an increase in the mineralization coefficients of humic substances. At the same time, the main losses of humus, according to some scientists, occur due to tillage and in fallow land fields (Van den Bygaart et al., 2011).

The object of the study was typical heavy loamy Chernozem. Soil samples were taken in the Central Chernozem State Biosphere Reserve named after A. A. Alekhine on a plot of virgin foggage steppe from the humus-accumulative horizon A of Chernozem (a layer with a thickness of 5-25 cm). Samples of typical arable Chernozem were selected on the stationary field experiment of the Petrinsky strong point of the Kursk Research Institute of the APP, founded in 1964.

The following variants of the experiment were studied: virgin Chernozem, layland Chernozem, permanent winter wheat without fertilizers, permanent corn without fertilizers and permanent fallow land.

The plots size is 296 m². In 1998, 2/3 of the fallow land section was left for permanent fallow land, and 1/3 of the section was allocated for a deposit.

Results and Discussion

Long-term agricultural use of typical Chernozem has had a noticeable effect on its properties (Table 1).

Table 1. Impact of land use features on the typical Chernozem chemical properties

Option	Total humus, %	Water-soluble Ca ²⁺ , mg-eq/ 100 g soil	Plant available potassium	Plant available phosphorus	P ₂ O ₅ organic phosphorus	Ratio of P ₂ O ₅ org to P ₂ O ₅ min
			K ₂ O	P ₂ O ₅		
			mg/kg			
Virgin Chernozem	8,13	0,8	181,0	58,6	360,0	6,1
Layland	5,00	0,69	122,3	97,0	314,2	3,2
Permanent fallow land	4,22	0,69	123,0	177,8	263,3	1,5
Permanent winter wheat without fertilizers	6,18	1,0	173,6	147,2	265,1	1,8
Permanent corn without fertilizers	5,54	0,75	119,7	113,3	325,5	2,9
Least significant difference	0,37	0,30	39,3	31,6	78,3	-

Humus content of typical Chernozem under different types of land use.

Most of all humus – 8.13% is contained in virgin typical Chernozem. In arable soils, the humus content is noticeably lower. In the variant with permanent winter wheat, its amount was 6.18%, in the variant with permanent corn 5.54%, and in the variant with permanent fallow land only 4.22%. In general, under the influence of long-term extensive

agricultural use, typical Chernozem with permanent cultivation of winter wheat lost 24% of humus, with permanent cultivation of corn 32% and in conditions of permanent fallow land 48% compared with virgin Chernozem.

As a result of the transfer of fallow land to the layland, the humus content in the typical Chernozem increased by 0.78% over 20 years. The growth rate of humus was 0.039% per year. Despite the increase in the humus content during the transfer of permanent fallow land to the layland over the past period, its amount not only did not reach the level of virgin Chernozem, but also the soils of agrocenoses.

The humus content in the Chernozem of the layland was 5.00% or 62% of its amount in virgin Chernozem. The content of water-soluble calcium. Long-term agricultural use of Chernozem did not significantly affect the content of water-soluble calcium. Its amount varies from 0.69 mg-eq in the Chernozem of permanent fallow land and deposits to 1.0 mg-eq in the variant with permanent winter wheat.

Typical Chernozem contains a significant amount of available exchangeable potassium. Its content varies between 119.7-173.6 mg/kg of soil. Various uses of Chernozem did not have a significant impact on the content of exchangeable potassium, the availability of which remains at a high level.

The content of mobile phosphorus in virgin Chernozem was 58.6 mg/kg of soil. In arable soils, its content increases sharply – up to 113.3-177.8 mg/kg of soil and reaches a high level of security. This is due to the mineralization of organic matter and the transition of organic phosphorus into mineral forms. It is known that up to 70-80% of all phosphorus reserves in soils account for its organic compounds (Orlov et al., 2004). In virgin Chernozem, the content of organic phosphates is the highest and amounts to 360.0 mg/kg of soil.

The use of Chernozem in arable land is accompanied by the mineralization of humus, as a result of which the content of organophosphates in the soils of agrocenoses decreases to 263.3-325.5 mg/kg of soil. As a result of the release of organophosphate phosphorus, the content of its mobile forms increases. At the same time, the most mobile phosphates are contained in the Chernozem of permanent fallow land, and in the Chernozem under permanent corn there is less mobile phosphorus than in the variant with permanent winter wheat.

When transferring permanent fallow land to a deposit, the content of mobile phosphorus decreases, which is due to its active inclusion in the composition of organic humus compounds. So, in comparison with the Chernozem of permanent fallow land, the Chernozem of the deposit contains 50.9 mg/kg more organophosphates. But all the same, the content of mobile phosphorus in fallow Chernozem remains higher than in virgin Chernozem.

In arable soils, there has been a significant change in the ratio of the content of organophosphates to the mineral forms of phosphorus. In virgin Chernozem, this ratio is equal to 6.1. In the variant with permanent corn, the ratio of Phosphorus organic/Phosphorus mineral ratio decreases to 2.9, and in the variant with permanent winter wheat to 1.8. This may indicate a more active release of phosphorus from organic compounds under the influence of winter wheat.

The lowest value of the Phosphorus organic/Phosphorus mineral ratio – 1.5 is noted in the variant of permanent fallow land, where the most significant mineralization of soil organic matter occurred. As a result of replacing permanent fallow land with a deposit, there is not only an increase in soil humus, but also the amount of phosphorus in its composition, as a result of which the Phosphorus organic/Phosphorus mineral ratio increased to 3.2. Different conditions of use of typical Chernozem affect its physico-chemical and physical properties differently (Table 2).

Table 2. Impact of land use features on typical Chernozem physicochemical and physical properties

Option	pH _{H2O}	Hydrolytic acidity	Exchange Ca ²⁺	Waterproof assemblies		Water treated sludge, %
		mg-eq/100 g of soil		Content, %	Average diameter, mm	
Virgin Chernozem	6,20	5,52	55,2	82,1	2,27	0,81
Layland	6,36	5,12	49,9	52,0	0,81	2,29
Permanent fallow land	6,77	3,35	54,2	43,0	0,63	3,05
Permanent winter wheat without fertilizers	6,42	4,38	48,5	7,6	0,47	3,81
Permanent corn without fertilizers	6,22	5,41	50,4	60,5	1,20	1,82
Least significant difference	0,07	0,69	4,7	2,6	0,19	0,39

The pH_{H2O} values of the studied soils lie in the neutral region, while there are some differences between the variants. The lowest pH value of pH_{H2O} – 6.20 is inherent in virgin Chernozem. In arable soils, the reaction of the medium increased somewhat. Under the influence of permanent winter wheat and permanent fallow land, pH_{H2O} increased by 0.16 and 0.22 units, and the variant with permanent corn reached 6.77. When the permanent fallow land was transferred to the deposit, the pH_{H2O} value decreased to 6.22.

The value of hydrolytic acidity has also changed in a similar way. In virgin Chernozem, it was 5.52 mg-eq/100 g of soil. Under the influence of permanent winter wheat, hydrolytic acidity decreased by 0.40, and permanent fallow land by 1.14 mg-eq/100 g of soil. The lowest value of hydrolytic acidity – 3.35 mg-eq/100 g of soil is noted in the variant with permanent corn, where the highest pH_{H2O} value is also observed. The replacement of permanent fallow land by a deposit is accompanied by an increase in hydrolytic acidity to 5.41 mg-eq/100 g of soil.

The calcium ion is the most important exchange cation. Therefore, the saturation of the soil absorbing complex with it is of great importance for creating the formation of physico-chemical and physical properties of the soil favorable for cultivated plants.

Chernozems are characterized by a high content of exchangeable calcium (Shcherbakov and Vasenev, 2000; Shcheglov, 2017). In virgin Chernozem, its typical amount was 55.2 mg-eq/100 g of soil. Arable soils contain unequal amounts of exchangeable calcium. In the variant with permanent corn, the amount of exchangeable calcium is at the level of virgin Chernozem. In the variant with permanent winter wheat, the content of exchangeable calcium decreased to 49.9 mg-eq/100 g of soil, and under the influence of permanent fallow land to 48.5 mg-eq/100 g of soil. In the fallow Chernozem, the content of exchangeable calcium was 50.4 mg-eq/100 g of soil. In general, it can be stated that, taking into account the value of hydrolytic acidity in arable Chernozem, there was a decrease in the values of the exchange capacity. Depending on the characteristics of the use of Chernozem, the exchange capacity decreased by 3.17-7.84 mg-eq/100 g of soil.

This was especially noticeable in the conditions of permanent fallow land. Of great importance for the effective use of arable land is the nature of the soil structure, the quality of which directly depends on the water-air regime of the soil and the growing conditions of

cultivated plants. Virgin Chernozem is characterized by a very high content of waterproof aggregates – 82.1% and the waterproofness of the structure is excessively high. The average diameter of waterproof units is 2.27 mm. Long-term use of Chernozem in arable land, accompanied by mechanical destruction of structural units under the influence of agricultural machinery and mineralization of humus led to a decrease in the content of waterproof aggregates.

In the variant with permanent winter wheat, their number decreased to 52%, and in the variant with permanent corn to 43%. Based on this, it can be assumed that winter wheat has a more pronounced aggregating effect than corn. At the same time, the waterproofness of the Chernozem structure in both cases is assessed as good. Along with a decrease in the number of waterproof units, their average diameter has also decreased. Compared with the average diameter of waterproof aggregates of virgin Chernozem in the variant with permanent winter wheat, it has become 2.8 times smaller, in the variant with permanent corn by 3.6 times.

Permanent fallow land had the most negative effect on the waterproofness of the Chernozem structure. Only 7.6% of the waterproof units have been preserved here, and the structure has become non-water resistant. At the same time, even in comparison with the variants where winter wheat and corn were permanently cultivated, the average diameter of waterproof units in the variant with permanent fallow land decreased by 1.7 and 1.3 times, respectively.

The replacement of permanent fallow land with a deposit contributed to a noticeable aggregation of the soil mass. The content of waterproof aggregates was 60.5% and the original non-water-resistant structure was transformed into an excellent one from the point of view of waterproofness. At the same time, the average diameter of waterproof units increased by 2.6 times.

The content of water-treated sludge is one of the indicators of the agrophysical state of the soil. With an increased content of this category of silty particles, the soil acquires a number of unfavorable properties. In the wet state, the viscosity and stickiness increase, the swelling of the soil mass increases, as a result of which filtration worsens, the number of air-bearing pores decreases and the gas exchange of soil air with atmospheric air becomes more difficult.

Typical Chernozem is characterized by a low content of water-treated sludge. In virgin Chernozem, its amount was 0.81%. As a result of the mineralization of humus and the destruction of the soil structure in the soils of agrocenoses, the amount of water-treated sludge increases. Under the influence of permanent winter wheat, the content of water-treated sludge increased to 2.29%, and under the influence of permanent corn to 3.05%. The highest content of water-treated sludge – 3.81% is noted in the variant with permanent fallow land.

The higher content of water-treated sludge in the permanent fallow land Chernozem is due not only to the mineralization of humus and the annual mechanical destruction of the soil structure as a result of tillage. There are also no conditions for gluing fine particles due to organic substances of root secretions and newly formed humus compounds from plant residues.

Due to this, the amount of non-aggregated fine particles peptized by water increases in the permanent fallow land Chernozem. When transferring permanent fallow land to a deposit, the content of water-treated sludge decreases to 1.82%, but still remains higher than in virgin Chernozem.

Conclusion

Long-term extensive agricultural use of typical Chernozem has led to a significant change in its properties. In arable Chernozem, there was an increase in pH values, the content of water-repellent silt and mobile phosphorus. At the same time, the content of

exchangeable calcium, organophosphates and the exchange capacity decreased markedly.

The most significant changes occurred with the content of humus and waterproof aggregates. As a result of extensive agricultural use, the humus content in typical Chernozem decreased by 1.95-3.91% or 24-48% of its initial content, waterproof aggregates by 30-75%, while the average diameter of waterproof aggregates became smaller by 1.46-1.8 mm, the content of water-treated sludge increased by 2.8-4.7 times.

The most noticeable negative changes occurred in the Chernozem of permanent fallow land. They are so deep that when replacing permanent fallow land with a deposit, in most cases the properties of Chernozem are restored only to the level of soil properties of agrocenoses with constant cultivation of agricultural crops. At the same time, the restoration of humus content occurs slowly, at a rate of about 0.04% per year, which must be taken into account when regulating the humus state of soils.

References

- Belobrov V. P., D. A. Shapovalov, S. A. Yudin, N. R. Ermolaev. 2022. The influence of direct sowing and the structure of soil cover on the variability of the equilibrium density of typical Chernozem. Ministry of Agriculture. №2. 188-193.
- Gabibullaev E. S. 2022. Systems of basic tillage and their impact on the preservation of the natural fertility of Kuban Chernozems to obtain economically and ecologically sound productivity of agricultural crops. Sugar. №3. 50-55.
- Gubarev D. I., N. G. Levitskaya, S. S. Derevyagin. 2022. The impact of climate change on soil degradation in arid zones of the Volga region. Arid ecosystems. №1 (90). 20-27.
- Lebedeva I. I., I. E. Koroleva, A. M. Grebennikov. 2013. The concept of evolution of Chernozems in agroecosystems. Bulletin of the V. V. Dokuchaev Soil Institute. Issue 71. pp. DOI: 10.19047/0136-1694-2013-71-16-26. 16-26.
- Orlov D. S., O. N. Biryukova, M. S. Rozanova. 2004. Additional indicators of the humus state of soils and their genetic horizons. Soil Science. №8. 918-926.
- Jalankuzov T. D., G. K. Nazanova. 2015. Monitoring studies of Chernozems of the southern normal Talapker hospital. Soil science and agrochemistry. №3. 68-74.
- Zubkova, T. A., "Geopolitical Prospects for Soil Use", Zhizn Zemli [Life of the Earth], 2022, 44 (1), 26-34.
- Shcheglov D. I. 2017. Chernozems of the central regions of Russia: the current state and direction of evolution. Chernozems of Central Russia: genesis, evolution and problems of rational use. Voronezh: Publishing and Printing Center "Scientific Book". 5-18.
- Shcherbakov A. P., Vasenev I. I. 2000. Russian Chernozem at the turn of the century. Anthropogenic evolution of chernozems. Voronezh: Voronezh State University. 32-67.
- Van den Bygaart A. J., E. Bremer, B. G. McConkey, B. H. Ellert, H. H. Janzen, D. A. Angers, M. R. Carter, C. F. Drury, C. F., G. P. Lafond, R. H. McKenzie. 2011. Impact of sampling depth on differences in soil carbon stocks in long-term Agroecosystem experiments. Soil Science Society America Journal 75(1), 226-234.

РАДИОЛОГИЯ НА ЕСТЕСТВЕНИ ВОДОИЗТОЧНИЦИ В КЪРДЖАЛИЙСКА ОБЛАСТ

Милена Христозова, Радослава Лазарова, Иванка Йорданова, Пламен Томов,
Венета Кръстева, Мартин Банов, Мариана Христова

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н.
Пушкарров”, Селскостопанска академия, София
e-mail: hristozova_m@abv.bg*

Резюме

Всяка природна вода съдържа определено количество радиация. Наличието на радионуклиди във водните източници може да се дължи на естествените радиоактивни елементи, срещащи се в скалите, каквито са основните продукти на разпад на урана и тория или да имат антропогенен произход, отложени най-вече чрез въздушния фолгаут. Предмет на настоящото изследване са по-големите нерегламентирани водоизточници на територията на област Кърджали, които не се мониторират, но се използват основно за питейни и битови цели. Тъй като съставът на основната скала, през която преминават подземните и повърхностните води, е определящ за качествения и количествен радиологичен състав на водите, може да се очакват стойности, над нормата, регламентираща съдържанието им в питейни и подземни води. Територията на област Кърджали е богата на гранит, мрамор, гнайс, които съдържат повишени концентрации на естествени радиоизотопи. За да се проследи тази връзка, наред с изследваните 30 нерегламентирани водоизточника, беше определена специфичната активност на естествените ^{210}Pb , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K и техногенния ^{137}Cs на почвите в близост до всеки изследван водоизточник. Почвените проби потвърждават средните за нашите географски ширини стойности, цитирани в литературата. Радиологията на водата, показва съдържание на уран до $0,020 \pm 0,004 \text{ mg/l}$. Общата алфа и бета активност, определени чрез нискофонова алфа-бета апаратура са съответно до $0,18 \pm 0,04 \text{ Bq/l}$ за алфа активност и също толкова за бета активност.

Ключови думи: радиоактивност на водите, обща алфа и бета активност, естествен уран.

RADIOLOGY OF NATURAL WATER SOURCES IN KARDZHALI REGION

Milena Hristozova, Radoslava Lazarova, Ivanka Yordanova, Plamen Tomov,
Veneta Krasteva, Martin Banov, Mariana Hristova

*Institute of Soil Science Agrotechnologies and Plant Protection “N. Poushkarov”,
Agricultural Academy, Sofia
e-mail: hristozova_m@abv.bg*

Abstract

Every natural water contains a certain amount of radiation. The presence of radionuclides in water sources can be due to natural radioactive elements occurring in rocks, such as the main decay products of uranium and thorium, or to an anthropogenic origin, deposited mainly through aerial fallout. The subject of the present study are the

larger unregulated water sources in the territory of the Kardzhali region, which are not monitored, but are mainly used for drinking and household purposes. Since the composition of the bedrock through which underground and surface waters pass is decisive for the qualitative and quantitative radiological composition of the waters, values above the norm regulating their content in drinking and underground water can be expected. The territory of Kardzhali region is rich in granite, marble, gneiss, which contain high concentrations of natural radioisotopes. To trace this referans among the 30 unregulated water sources studied, the specific activity of natural ^{210}Pb , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K and technogenic ^{137}Cs of the soils near each studied water source was determined. The soil samples confirm the average values for our latitudes quoted in the literature. Radiology of the water showed a uranium content of up to $0.020 \pm 0.004 \text{ mg/l}$. Gros alpha and beta activity determined by a low-background alpha-beta counter were up to $0.18 \pm 0.04 \text{ Bq/l}$ for alpha activity and the same for beta activity, respectively.

Key words: *radioactivity of waters, gross alpha and beta activity, natural uranium.*

Въведение

Източните Родопи се характеризират с нископланински и хълмист релеф, с малка надморска височина (320 m) и голяма разчлененост. Това позволява малкия брой на населението в региона да изгражда гъста селищна мрежа (14.5 селища на 100 km^2). Така достъпът и използването на природни ресурси са максимални. Голяма част от населението в района използва не водопреносната система като основен източник на питейна вода, а нерегламентирани водоизточници. Водите са с плитка циркулация. Водният състав е разнообразен, основно - хидрокарбонатен и натриево-калциев. Съдържанието на сух остатък варира от 0.06 и 0.8 g/l . По-голямото количество на калциевите и магнезиевите катиони, определя по-голямата твърдост на водите в района. Ежедневното използване на тези води за питейно-битови нужди, може да доведе до натрупване на по-голямо количество соли в живите организми и от там до развитие на уролитиаза, риск от атеросклероза, кожни проблеми, артрит, полиартрит, инкорпорирането на по-големи количества магнезиеви соли нарушава функциите на сърдечно-съдовата и нервната система (Sengupta, 2013).

Почвообразуващите скали в изследвания район са предимно гранити, мрамор, гнайс, шисти, които са характерни с повишено съдържание на уран и други естествени радионуклиди (Raykov, 1978). При високо съдържание на уран в основната скала, при процесите на изветряне уранът и дъщерните му продукти преминават в почвата и подпочвените води. Могат да се разтворят във водата и съдържанието на естествени радионуклиди в нея да превиши допустимите здравни норми. Най-важните продукти от разпада на урана са радий, полоний, радон-222. В зависимост от съдържанието на естествените радиоизотопи в основната скала, някои радионуклиди като ^{238}U , ^{226}Ra и други, се разтварят добре в повърхностните води, където концентрацията им може да бъде завишена. Поради засилена антропогенна дейност в района: оловно-цинкови мини, златодобивна мина, производство на торове, добив на гнайс, мраморни кариери и др., разпространението и концентрацията на естествени радиоизотопи в почвата се увеличава, в следствие на което, нивото на радиоактивността във водата нараства. Освен като риск за здравето на човека, завишеното количество на радионуклиди влияе върху всички живи организми. По-голяма част от изследваната територия попада в европейската екологична мрежа Натура 2000 (MEW, 2013).

Материали и методи

Като обект на изследването са подбрани 30 от най-използваните, нерегламентирани водоизточници в района на Източните Родопи. Обектите включват чешми с природна вода, с голям дебит, в близост до населени места, водата от които

се използват целогодишно, основно за питейни нужди. Количеството на всяка проба е 3 л., без консервиране. Изследванията са проведени в лабораторията по радиоекология и радиоизотопни изследвания, акредитирана от ИА „Българска служба по Акредитация“ по БДС EN ISO/IEC 17025:2018 за определяне на съдържанието на естествени и изкуствени радионуклиди във води, почви и храни.

Определянето на общата алфа и обща бета активност във води е според стандарти: БДС ISO 9696:2017 и БДС ISO 9697:2018. Според методиката, 1000 ml подкислена вода се концентрира чрез контролирано изпаряване до под 50 ml. Добавя се 1 ml сярна киселина и се нагряване до сухо вещество. В муфелна пещ се изгаря за 1 час при температура 350 °C. Охлажда се в ексикатор. Измерва се количеството и от 0.2000 g. От абсолютно сухото вещество се приготвя планшетка, която се измерва в нискофонова алфа-бета апаратура в продължение на 600 s.

Използва се методика за определяне на естествен уран във водни проби.

Резултати и обсъждане

Всички живи същества са изложени на действието на естествената радиация, формирана, както от космическото лъчение, така и от естествените радионуклиди в земната повърхност. Съществуват големи вариации в географско отношение, но средната стойност на естествения радиационен фон в България е 2.3 mSv за година. Малка част от него се дължи на питейната вода. Следи от радиоактивни елементи се откриват във всяка вода. Тяхният състав и концентрация зависят от радиохимичния състав на основната скала и почва, през които преминава суровата вода.

Качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели в България се контролира от Министерство на околната среда и водите. Наредба № 9 от 2001 г. определя изискванията към качеството и безопасността на тези води, за да се гарантира здравето на хората и да се избегнат неблагоприятните ефекти на замърсяването на питейната вода. Водоснабдителните организации извършват постоянен контрол върху радиологичното състояние на питейната вода. В района на Източните Родопи, паралелно с тези водоизточници се използват изворни води, не подлежащи на мониторинг. Предпочитанието към изворна вода е заради твърдостта на питейна вода от водопреносната система на този регион. Основно, от наличието на варовик и отлагането му като накип, при температура над 50° C.

За да се оцени здравният риск по отношение на радиоактивността на питейната вода, това изследване анализира 30 нерегламентирани водни обекта, чрез определяне на общата алфа и общата бета активност в тях. Измерено е и количеството на естествения уран. Резултатите от проведените изследвания са дадени в Таблица 1.

По отношение на радиологичните показатели, за допустима норма в България се приемат стойности за обща алфа-активност - по-ниски от 0,1 Bq/l, за обща бета-активност - съответно 1,0 Bq/l. Параметричните стойности за индикативната доза трябва да са по-ниски от 0,1 mSv (Наредба № 9 от 2001). При използването на нерегламентирани източници за питейно-битови нужди, годишната ефективна доза от всички радионуклиди в тях, може да прескочи прага от 0,1 mSv.

В изследваните водни обекти общата бета активност варира от ≤ 0.02 до 0.18 ± 0.04 Bq/l. Това е под нормата за питейна вода.

Таблица 1. Радиологични показатели на нерегламентирани водоизточници, използваните за питейни нужди в Кърджалийска област

№	Местонахождение	Естествен уран mg/l	Обща алфа активност Bq/l	Обща бета активност Bq/l	Индикативна доза mSv
1	м. „Станка чешма”	≤ 0.002	≤ 0.01	0.03 ± 0.01	$< 0,1$
2	„Студен кладенец”	0.002 ± 0.0004	0.02 ± 0.01	0.09 ± 0.02	$< 0,1$
3	с. Студен кладенец	0.003 ± 0.001	≤ 0.01	0.07 ± 0.02	$< 0,1$
4	„Мирчова чешма”	0.012 ± 0.003	0.18 ± 0.04	0.06 ± 0.02	$< 0,1$
5	хижа „Свежест”	0.005 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
6	м. „Суфлар дере” 1	0.003 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
7	м. „Суфлар дере” 2	0.004 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
8	ж.к. „Дружба”, К-град	0.004 ± 0.001	0.02 ± 0.01	0.18 ± 0.04	$< 0,1$
9	Крумовград 1	0.004 ± 0.001	≤ 0.01	0.05 ± 0.01	$< 0,1$
10	К-град – кладенец	0.008 ± 0.002	0.05 ± 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
11	с. Токачка	0.003 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
12	с. Кандилка 1	0.004 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
13	с. Лещарка	≤ 0.002	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
14	с. Метлика	0.003 ± 0.001	0.02 ± 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
15	с. Аврен - с. Бащино	≤ 0.002	0.02 ± 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
16	с. Кандилка 2	0.005 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
17	с. Аврен 1	0.005 ± 0.001	≤ 0.01	0.04 ± 0.01	$< 0,1$
18	с. Аврен 2	≤ 0.002	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
19	с. Черничево 1	0.003 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
20	с. Казак	0.003 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
21	с. Долна кула 1	0.004 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
22	с. Долна кула 2	0.004 ± 0.001	0.03 ± 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
23	с. Горна кула	0.008 ± 0.002	0.08 ± 0.02	0.03 ± 0.01	$< 0,1$
24	с. Малка чинка	0.004 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
25	„Адатепе”-кладенец	0.004 ± 0.001	≤ 0.01	≤ 0.02	$< 0,1$
26	„Адатепе” 2	0.003 ± 0.001	≤ 0.01	0.1 ± 0.02	$< 0,1$
27	с. Ковил-кладенец 1	0.004 ± 0.001	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01	$< 0,1$
28	с. Ковил-кладенец 2	0.005 ± 0.001	0.1 ± 0.02	0.09 ± 0.02	$< 0,1$
29	с. Луличка	0.020 ± 0.004	≤ 0.01	0.08 ± 0.02	$< 0,1$
30	Момчилград	0.003 ± 0.001	≤ 0.01	0.15 ± 0.03	$< 0,1$

Резултатите за обща алфа активност са от ≤ 0.01 до 0.18 ± 0.04 Bq/l. В 28 от обектите не е необходимо допълнително радиологично проучване, тъй като общата алфа-активност и общата бета-активност са съответно по-ниски от праговете, тогава се приема, че индикативната доза е по-ниска от 0,1 mSv. В два от обектите са установени активности над допустимите норми, съответно 0.1 ± 0.02 и 0.18 ± 0.04 Bq/l. В тези случаи се изисква анализ за установяване на конкретните радионуклиди, съгласно Наредба 9 от 2001. Количеството на естествения уран в тези проби обяснява по-високите резултати. Вземането на водни проби от тях беше повторено и през летния хидроложки минимум за района на Източните Родопи. Резултатите са сравними. Въпреки, че в тези случаи изчислената индикативна доза е под 0,1 mSv, трябва да се отчете дългосрочното кумулативно облъчване на поетите радиоактивни

изотопи или радионуклиди здравословните проблеми, до които това може да доведе (Council Directive, 2013). Абсорбираните в кръвта радионуклиди се натрупват в определени тъкани, за които стават токсични. Повече от половината уран се елиминират бързо чрез урината, а останалата част се съхранява в бъбреците, костите и меките тъкани. Радият се отлага предимно в костите (Wrenn et al. 1985).

Най-голям принос към общата алфа активност имат алфа-излъчващи радионуклиди с високи енергии (с висок линеен пренос на енергия low linear energy transfer (LET), като радий-226, полоний-210, уран, дъщерите на радий-228 и др. Тези радиоактивни елементи и техните разпадни продукти са включени в земната повърхност в различна степен, според химичния състав на основната скала.

В геоложкия състав на Източните Родопи, наред с пясъци, глини, чакъли, варовици, преобладават и метаморфните скали – гнайси, мрамори и амфиболити. Съставът на тези скали включва по-висока концентрация на естествен уран (Ivanova et al., 2015). Радионуклидите, които се получават при разпадането на уран-238 и торий-232, са широко разпространени в земната кора. Повечето от тях са алфа-лъчватели и включват изотопи на полоний, радон и радий (UNSCEAR, 1972).

Това дава основание за очаквано по-високо количество на разтворените дъщерни продукти на урана, които могат да преминат от основната скала и почвата във водния слой. Концентрациите на урана в питейната вода са променливи – в отчетените проби – от ≤ 0.002 до 0.020 ± 0.004 mg/l. Резултатите от изследваните проби за наличие на естествен уран са в границите на нормата за питейна вода, при параметрична стойност - 0.03 mg/l. Пет от тях са под границата на откриваемост ≤ 0.002 mg/l.

В изследвания район има по-засилена антропогенна дейност, заради наличието на рудни и нерудни находища - оловно-цинковите и полиметалните руди, експлоатация на находища на гнайс и мрамор, златодобив и др. Чрез тази дейност, концентрацията на основните естествени почвени радиоактивни елементи като ^{40}K , ^{210}Pb , ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th и ^{226}Ra , може да бъде завишена. Освен това Родопите са територията от България с най-високо замърсяване от техногенен цезий (^{137}Cs), в резултат от аварията в Чернобил (Yordanova, 2002; 2014; 2015). Това може да бъде допълнителен риск за попадане на антропогенни радионуклиди във водната среда. При направени почвени изследвания, в същия район, получените резултати не показват съществени отклонения от средните за почвите в Европа и за други територии на България (Hristozova, 2022).

Заклучение

Бяха изследвани brutните нива на α и β радиоактивност на 30 нерегламентирани източници на питейна вода в района на Източните Родопи, с цел да се гарантира безопасността на питейната вода и общественото здраве.

Общите нива на α и β радиоактивност в 30 от изследваните нерегламентирани водоизточници в Източните Родопи са по-ниски от нормите за питейна вода в България и гарантират, че приеманата от човека вода може да бъде консумирана безопасно в продължение на целия живот.

Съдържанието на най-тежкия елемент в природата - уранът в изследваните водоеми е в рамките на нормалното фоново ниво.

Няма промени в стойностите за обща алфа и бета активност при повторни измервания на проби, взети през летния хидроложки минимум за района и през пролетно-есенни пробовземания.

Изследвания като настоящото могат да установят това и наложат информиране на населението или да доведат до коригиращи действия като затваряне на съответното съоръжение.

Литература

- BDS EN ISO/IEC 17025:2018. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories - ISO/IEC 17025:2017.
- BDS ISO 9696:2017. Water quality - Gross alpha activity - Test method using thick source.
- BDS ISO 9697:2018. Water quality - Gross beta activity - Test method using thick source.
- Council Directive 2013/51. Laying down requirements for the protection of the health of the general public with regard to radioactive substances in water intended for human consumption. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur128382.pdf>
- Hristozova, M., Lazarova, R. 2022. Radiation status of soils from the region of the Eastern Rhodopes (Southern Bulgaria). *BioRisk*. 17:45-57. <https://doi.org/10.3897/biorisk.17.77432>
- Ivanova, K., Stojanovska, Z., Badulin, V., Kunovska, B., Yovcheva, M. 2015. Radiological impact of surface water and sediment near uranium mining sites. *Journal of radiological protection*. 35(4):819–834. <https://doi.org/10.1088/0952-4746/35/4/819>
- Ministry of Environment and Water (MEW). 2013. Fifth National Report on the Implementation of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/doc/world/bg/bg-nr-05-en.pdf>
- Наредба № 9 от 16.03.2001 г. за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели.
- Raykov, L. 1978. Radioactive elements in the soil and their absorption by plants. *Zemizdat*, pp.1-150. (BG)
- Sengupta, P. 2013. Potential health impacts of hard water. *International journal of preventive medicine*, 4(8): 866–875. PMID: 24049611. PMCID: PMC377516.
- UNSCEAR. 1972. Ionizing Radiation. Levels and Effects. A report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation to the General Assembly”, UN, New York.
- Wrenn, M. E., Durbin, P. W., Howard, B., Lipsztein, J., Rundo, J., Still, E. T., & Willis, D. L. 1985. Metabolism of ingested U and Ra. *Health physics*, 48(5), 601-633. <https://doi.org/10.1097/00004032-198505000-00004>
- Yordanova, I. I., Banov, M. D., Misheva, L. G., Staneva, D. N., & Bineva, T. K. 2014. Natural radioactivity in virgin soils and soils from some areas with closed uranium mining facilities in Bulgaria. *Open Chemistry*, 13(1):600–605. <https://doi.org/10.1515/chem-2015-0065>
- Yordanova, I., Staneva, D., Bineva, T., & Stoeva, N. 2007. Dynamics of the radioactive pollution in the surface layer of soils in Bulgaria twenty years after the Chernobyl nuclear power plant accident. *Journal of Central European Agriculture*. 8 (4):407–412. <https://doi.org/10.5513/JCEA.V8I4.478>
- Yordanova, I., Staneva, D., Misheva, L., Bineva, T., & Banov, M. 2014. Technogenic radionuclides in undisturbed Bulgarian soils. *Journal of Geochemical Exploration*, 142, 69-74. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.01.011>

ВЛИЯНИЕ НА СМЕСЕНО ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕ ВЪРХУ ПРОДУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ ПРИ ОРИЕНТАЛСКИ ТЮТЮН

Ивко Стаматов¹, Станислав Стаматов²

¹Институт по тютюна и тютюневите изделия – Пловдив,
Селскостопанска академия, e-mail: ivkok@abv.bg

²Институт по растителни генетични ресурси – Садово,
Селскостопанска академия

Резюме

Обект на изследването са промяната във височината на растенията, броя на листата и тяхната листна площ в зависимост от броя на дните в конкуренция на тютюневите растения с плевелната асоциация.

Проучването е проведено през периода 2020-2021 г. в Института по тютюна и тютюневите изделия - Марково. Изменението във височината на растенията, броя листа и листната площ е отчитано четирикратно, а периодите на заплевеляване са съответно за 7, 14, 21, 28, 35 и 42 дни. След премахването на плевелите растенията се поддържаха чисти от плевели до края на вегетацията. В паралелните варианти плевелите бяха оставяни да се развиват съответно преди и след 7-мия, 14-тия, 21-вия, 28-мия, 35-тия и 42-рия ден. Височината на растенията, броя на листата и листната площ през цялата вегетация намалява с увеличаване на броя на дните, през които има заплевеляване. Зависимостта е линейна от седмия до четирдесет и втория ден. Характерът на кривата при измерване след четиридесетия ден е нелинеен. Първоначалното увеличение на височината на растенията и броя на листата е последвано от редукция, която има експоненциален характер с висок коефициент на детерминация. Критичният период, дефиниран от кривите на отговора, в който растенията трябва да бъдат свободни от плевели се заключава между осмия и двадесет и втория ден.

Ключови думи: тютюн, плевели, елементи на добива, криви на отговора.

EFFECT OF WEED COMPETITION ON PRODUCTIVE ELEMENTS IN ORIENTAL TOBACCO

Ivko Stamatov¹, Stanislav Stamatov²

¹Tobacco and tobacco products institute – Plovdiv, Agricultural academy,
e-mail: ivkok@abv.bg

²Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo, Agricultural Academy

Abstract

The object of the research is the change in the height of the plants, the number of leaves and their leaf area depending on the number of days in competition of the tobacco plants with the weed association.

The study was conducted in the period 2020-2021 at the Tobacco and Tobacco Products Institute - Markovo. The change in the height of the plants, the number of leaves and the leaf area was counted four times, and the periods of weeding were for 7, 14, 21,

28, 35 and 42 days, respectively. After weeding, plants were kept weed-free until the end of the growing season. In parallel variants, weeds were allowed to develop before and after 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days, respectively. The height of the plants, the number of leaves and the leaf area throughout the growing season decreases with an increase in the number of days during which there is weed. The dependence is linear from the seventh to the forty-second day. The nature of the curve when measured after the fortieth day is non-linear. The initial increase in plant height and number of leaves is followed by a reduction that is exponential in nature with a high coefficient of determination. The critical period defined by the response curves in which the plants must be free of weeds is concluded between the eighth and the twenty-second day.

Key words: *tobacco, weeds, yield elements, response curves.*

Въведение

За правилното развитие на тютюна след разсаждането е необходимо да се създадат условия за мощно развитие на кореновата система, като се осигури благоприятен водно-въздушен и хранителен режим на растенията. Почвата трябва да се поддържа чиста от плевели и в рохкаво състояние.

Агроекологичните условия, при които се отглеждат тютюните у нас, определят и видовия състав на плевелите в тютюневите насаждения. Преобладават предимно къснопролетните плевели. От раннопролетните плевели по-масово разпространение имат само някои видове полски синап, които поникват след първата половина на пролетта. Многогодишните плевели са представени от балура и трискота (Dimitrov, et al., 2005).

Почти всички тютюневи райони масово са заплевелени с обикновен щир и кокоше просо. Макар и в по-малък размер, повсеместно се срещат бяла куча лобуда и кощрява. В отделни райони основен плевел е полският синап. Тученицата представлява проблем предимно на някои късни тютюни. В последните години в някои райони големи размери имат балурът и черното куче грозде. Някои видове (татул, абутилон), известни само като бурени, започват да се очертават като основни заплевелители (Dimitrov, et al., 2005).

През първите 40 дни след разсаждането ориенталският тютюн расте бавно и е извънредно чувствителен към заплевеляването. Растенията могат да бъдат силно подтиснати от плевелите в този период. Плевелите бързо заглушават и рязко затормозяват растежа и развитието му.

Според Dimitrov, et al., (2005) обикновено докато развие 1/3 от нормалния брой листа, тютюнът запазва силната си регенерационна способност и ако плевелите бъдат отстранени, при благоприятни агроекологични условия той може напълно да се възстанови и да даде нормален добив и качество. Същите автори съобщават, че в по-късни фази от развитието – 1/3 до 2/3 от нормалния брой листа, регенерационната способност на тютюна рязко намалява, в резултат на което при силно заплевеляване добивите и качеството може да се понижат на 50%. След фаза 2/3 от нормалния брой листа тютюнът не реагира силно на заплевеляването и често той възпрепятства развитието на плевели.

Контролът върху плевелите, базиран на критичния период е важен подход, с който да бъдат получени оптимални резултати. (Duany and Hazra 2013; Ahmed et al., 2014). Определянето му, може да намали използването на хербициди и да намали разходите (Knezevic et al., 2002; Mahmoodi and Rahimi, 2009).

Някои автори определят критичния период като времето между два интервала, а именно периода без и със плевели (Uremis et al., 2009).

Целта на изследването е установяване на критичния период за борба с плевелите, след който се проявява отрицателно въздействие на заплевеляването върху продуктивните елементи при ориенталския тютюн.

Материали и методи

Проучването е проведено през периода 2020-2021 г. Заложен и изведен е агротехнически опит с ориенталския сорт тютюн Крумовград 78 С.

Постановката на опита е формирана от дванадесет опитни варианта с големина на опитната парцелка за всеки вариант 22,0 m². Тя обхваща периодите, през които тютюна е бил заплевелен след разсаждането. Плевелите са премахвани ръчно както следва:

*в първия вариант плевелите се премахваха на седмия ден след разсаждане;
втория вариант беше заплевелен за четринадесет дни;
третия за двадесет и един дни;
четвъртия за двадесет и осем дни;
петия за тридесет и пет дни;
шестия за четиридесет и два дни.*

След премахването на плевелите, растенията се поддържаха чисти от плевели до края на вегетацията. В паралелните варианти плевелите бяха оставени да се развиват съответно преди и след 7-ия, 14-ия, 21-ия, 28-ия, 35-ия и 42-ия ден.

Динамиката на растеж и листообразуване е проследена през 20 дни при 10 рандомизирани растения от всеки вариант.

За определяне на дължината и ширината на листата са измерени по 10 листа от всеки вариант от четири стъблени позиции (7, 14, 21 и 28-ми лист).

Извършена е математическа обработка на данните, посредством дисперсионен анализ.

Началото и края на критичния период, в рамките на който контролът на плевелите е задължителен, е оценен от кривите на отговора на елементите на добива в сравнение с варианта, при който те са били премахвани през цялата вегетация след седмия ден. Критичният период за контрол на плевелите е изчислен чрез монтиране на Logistic и Compertz модел. Три-параметричното уравнение описва ефекта от негативното влияние на плевелите върху елементите на добива при увеличаване на продължителността на заплевеляване. Моделът Compertz е доказано, че прогнозира връзката между относителния добив, повлиян от дължината на периода без плевели. Използваното Logistic уравнение определя началото на критичния период, при който културите могат да бъдат заплевелени, а уравнението Compertz се използва за определяне на края на периода за приемливи нива на загуба на добив.

Резултати и обсъждане

От данните в таблица 1 се вижда, че височината на растенията и броя на листата през цялата вегетация намалява с увеличаване на дните, през които има заплевеляване. Зависимостта е линейна от седмия до четирдесет и втория ден (варианти от 1 до 6).

Заплевеляването, което се случва след седмия и четринадесетия ден също води до понижение на тези показатели. Характерът на кривата при измерванията след 40-тия ден обаче е нелинеен. Първоначалното увеличение на височината на растенията и броя на листата във варианти 7 и 8 е последвано от редукция.

Разликите във височината на растенията и броя на формираните листа през целия период след разсаждането при варианти от 3 до 12 спрямо контролния вариант 1 са статистически доказани, с изключение на вариант 7 при измерването на 40-тия ден.

Височината на растението към края на вегетацията се колебае между 145,4 cm до 115,1 cm в отделните варианти със статистически доказани разлики по между им.

Редукцията във височината е 20,8%, а намалението е експоненциално с висок коефициент на детерминация (фиг. 1).

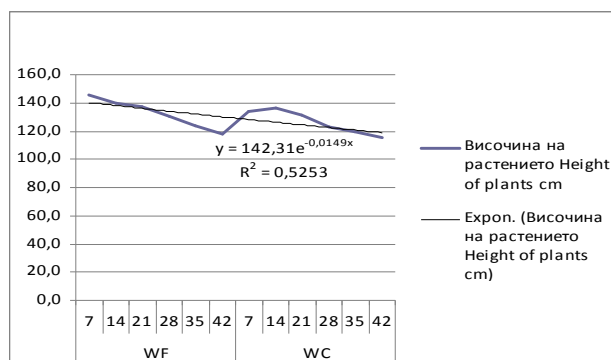
Критичният период, през който растенията трябва да бъдат чисти от плевели се дефинира от кривите на отговора, който за височината на растението е между осмия и двадесет и втория ден, фиг. 2

Таблица 1. Динамика на растеж и листообразуване на ориенталския сорт тютюн Крумовград 78 С

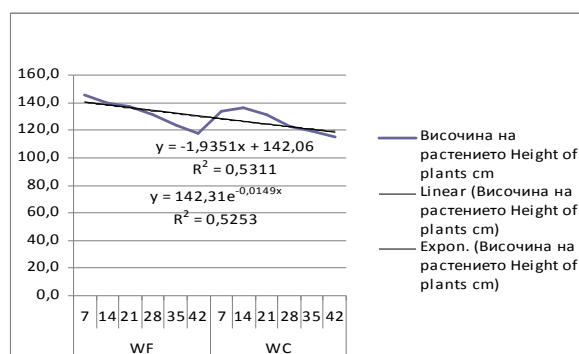
Table 1. Dynamics of growth and leaf-formation of Oriental tobacco variety Krumovgrad 78 С

Варианти Variants		Динамика на растеж и листообразуване Dynamics of growth and leaf-formation							
		40 дни 40 days		60 дни 60 days		80 дни 80 days		100 дни 100 days	
		Височина на растенията Height of plants cm	Брой листа Number of leaves	Височина на растенията Height of plants cm	Брой листа Number of leaves	Височина на растенията Height of plants cm	Брой листа Number of leaves	Височина на растенията Height of plants cm	Брой листа Number of leaves
1	7 WF	32,7	14,0	63,8	21,8	115,8	33,2	145,4	42,7
2	14WF	29,6***	12,8***	61,1	21,2	112,9	32,3	139,7***	39,9***
3	21 WF	26,9***	12,0***	58,4**	19,9***	109,1***	31,0***	137,0***	38,5***
4	28 WF	22,4***	10,3***	53,2**	19,0***	104,6***	30,1***	130,9***	37,1***
5	35 WF	20,4***	9,4***	47,1***	18,0***	100,4***	28,8***	123,5***	36,3***
6	42 WF	17,9***	8,4***	46,6***	17,0***	97,3***	27,7***	117,8***	35,4***
7	7 WC	31,2	13,3	57,3**	19,4***	106,2***	30,2***	133,9***	37,6***
8	14 WC	28,4**	12,2***	58,4**	19,8***	110,4**	31,0***	136,5***	38,4***
9	21 WC	24,9***	10,7***	52,6***	18,5***	103,6***	29,6***	131,6***	36,4***
10	28 WC	22,0***	10,0***	48,1***	17,8***	95,2***	28,0***	123,1***	35,4***
11	35 WC	20,4***	9,5***	45,0***	17,1***	92,9***	26,9***	119,5***	34,8***
12	42 WC	17,7***	8,5***	42,6***	16,0***	91,7***	26,1***	115,1***	34,0***

* LSD 0,5; ** LSD 0,1; *** LSD 0,01.



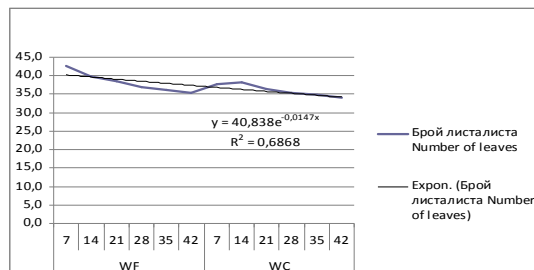
Фигура 1. Експоненциално намаляване на височината на растението
Figure 1. Exponential reduction in plant height



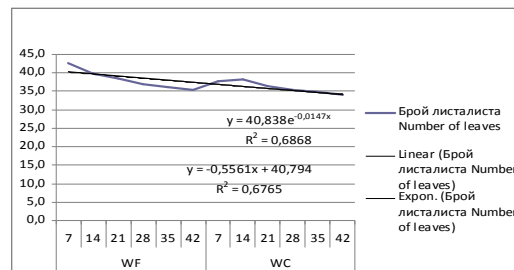
Фигура 2. Критичен период на заплевеляване
Figure 2. A critical period for weeds competition

Броят на листата в края на вегетацията при отделните варианти се колебае между 42,7 до 34,0 с математически доказани разлики между отделните варианти (табл. 1). Редукцията е 20,4%, а броят им намалява експоненциално, фиг. 3.

Критичният период по отношение на броя на листата се заключава между осмия и двадесет и шестия ден, фиг. 4.



Фигура 3. Експоненциално намаляване на броя на листата
Figure 3. Exponential reduction in the number of leaves



Фигура 4. Критичен период на заплевеляване
Figure 4. A critical period for weeds competition

На табл. 2 са представени размерите на листата от четири стъблени позиции при сорт Крумовград 78С. Листа с най-големи размери при всички варианти са отчетени при 14-ти лист – от 22,3/14,1 за вариант 12 до 27,3/18,3 см за вариант 1. Дължината и ширината на листата при всички измерени позиции намалява линейно при варианти от 1 до 6. При паралелните варианти нарастването на размерите на листата от вариант 7 към вариант 8 е последвано от редукция на техните размери.

Разликите по отношение на дължината и ширината на листата от среден и горен беритбен пояс са статистически доказани при вариантите от 3 до 12 в сравнение с контролния вариант 1.

Таблица 2. Размери на листа на ориенталския сорт тютюн Крумовград 78С

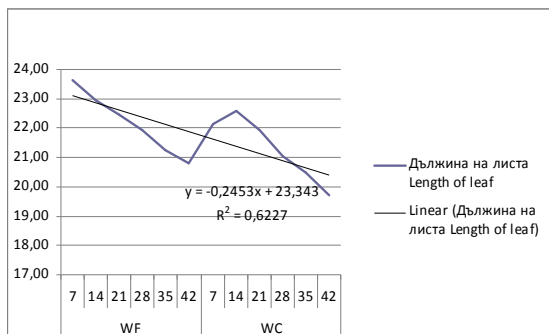
Table 3. Proportion of leaf of Oriental tobacco variety Krumovgrad 78 C

Варианти Variants		Размери на листата Proportion of leaf									
		7-ми лист 7 th leaf		14-ти лист 14 th leaf		21-ви лист 21 st leaf		28-ми лист 28 th leaf		Средно Average	
		Дължина Length cm	Ширина Width cm	Дължина Length cm	Ширина Width cm	Дължина Length cm	Ширина Width cm	Дължина Length cm	Ширина Width cm	Дължина Length cm	Ширина Width cm
1	7 WF	23,2	14,7	27,3	18,3	23,7	15,9	20,3	13,4	23,6	15,6
2	14 WF	22,9	14,4	26,1*	17,7	23,1	15,4*	19,8*	13,2	23,0*	15,2
3	21 WF	22,6	14,1	25,2***	17,2**	22,6**	15,1***	19,5***	12,9**	22,5***	14,8***
4	28 WF	22,0**	13,8*	24,7***	16,7***	22,0***	14,5***	19,0***	12,4***	21,9***	14,4***
5	35 WF	21,5***	13,4***	24,4***	16,4***	21,5***	14,1***	17,7***	11,6***	21,3***	13,9***
6	42 WF	20,6***	13,1***	23,8***	16,0***	21,6***	13,7***	17,1***	11,2***	20,8***	13,5***
7	7 WC	22,1**	13,9*	24,9***	16,8***	22,2***	14,7***	19,3***	12,6***	22,1***	14,5***
8	14 WC	22,6	14,2	25,3***	17,3**	22,9*	15,2**	19,6***	12,8**	22,6***	14,9***
9	21 WC	22,0**	13,7**	24,7***	16,4***	22,1***	14,3***	18,9***	12,0***	21,9***	14,1***
10	28 WC	21,1***	13,1***	24,2***	15,8***	21,3***	13,7***	17,5***	11,7***	21,0***	13,6***
11	35 WC	20,8***	12,7***	23,5***	15,2***	21,0***	13,3***	16,8***	10,8***	20,5***	13,0***
12	42 WC	20,2***	12,4***	22,3***	14,1***	20,1***	13,1***	16,5***	10,5***	19,8***	12,5***

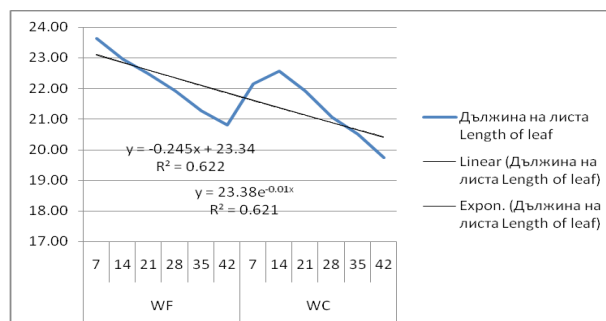
* LSD 0,5; ** LSD 0,1; *** LSD 0,01.

Измерената средна дължина на листа от четирите стъблени позиции в отделните варианти се колебае между 23,6 и 19,8 см, с математически доказани разлики по между им (таблица 2). Редукцията в този размер е 16,1 % и той намалява експоненциално с висок коефициент на детерминация, фиг. 5.

Критичният период по отношение на този размер на листа е показан на фиг. 6 и се заключава между осмия и тридесет и втория ден.



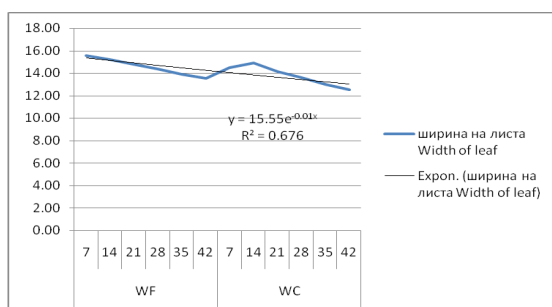
Фигура 5. Експоненциално намаляване на дължина на листата
Figure 5. Exponential reduction in the Length of leaves



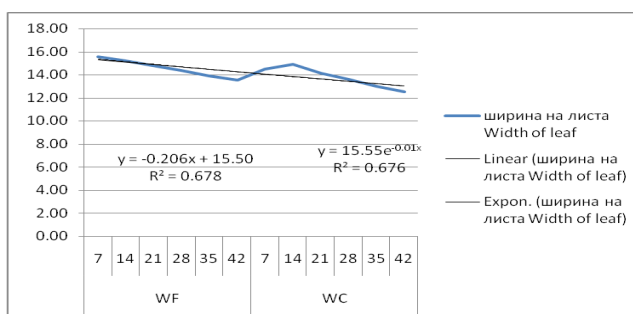
Фигура 6. Критичен период на заплевеляване
Figure 6. A critical period for weeds competition

Средната ширина на листа се колебае между 15,6 до 12,5 см със статистически доказани разлики помежду им с изключение на вариант 2 (табл. 2). Редукцията в ширината на листната петура е 19,9%, а експоненциалното намаление е показано на фигура 7.

Критичният период по отношение на ширината на листа е много кратък и се заключава между седмия и дванадесетия ден, фиг. 8.



Фигура 7. Експоненциално намаляване на ширината на листата
Figure 7. Exponential reduction in the Width of leaves



Фигура 8. Критичен период на заплевеляване
Figure 8. A critical period for weeds competition

Заклучение

Височината на растенията и броя на листата през цялата вегетация намалява с увеличаване на дните, през които има заплевеляване. Зависимостта е линейна от седмия до четирдесет и втория ден.

Критичният период, през който растенията трябва да бъдат чисти от плевели се дефинира от кривите на отговора, който за височината на

растението е между осмия и двадесет и втория ден, а по отношение на броя на листата – между осмия и двадесет и шестия ден.

Дължината и ширината на листата при всички измерени позиции намалява линейно при варианти от 1 до 6. При паралелните варианти нарастването на размерите на листата от вариант 7 към вариант 8 е последвано от редукция на техните размери.

Критичният период по отношение на размерите на листа се заключава между осмия и тридесет и втория ден за дължината на листа, а за ширината на листата – между седмия и дванадесетия ден.

Литература

- Ahmed M. Shaalan, Khaled A. Abou-zied and Mansour K. El nass 2014 Productivity of Sesame as Influenced by Weeds ompetition and Determination of Critical Period of Weed Control. Alex. J. Agric. Res. Vol. 59, No.3, pp.179-187
- Dimitrov, A., Bozukov, H., Nikolov, P., & Drachev, D. 2005. Tobacco production for farmers. Ed. "Videnov and Son", Sofia. ISBN 954-8319-40-3 (Bg).
- Duary B. and D. Hazra 2013. Determination of critical period of crop-weed competition in sesame. Indian Journal of Weed Science 45(4), 253–256
- Knezevic, S.Z., S.P. Evans, E.E. Blankenship, R.C.Van Acker and J.L. Lindquist. 2002. Critical period for weed control: the concept and dataanalysis. Weed Sci. 50, 773-786.
- Mahmoodi, S. and A. Rahimi. 2009. Estimation of critical period for weed control in corn in Iran. World Academy of Science, Engineering and Technology 49: 67-72.
- Uremis, I., A. Uludag, A.C. Ulger and B. Cakir .2009. Determination of critical period for weed control in the second crop corn under Mediterranean conditions. African J. of Biotech. 8(18): 4475-4480.

ВЛИЯНИЕ НА СМЕСЕНО ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕ ВЪРХУ ДОБИВА И КАЧЕСТВОТО НА ЛИСТАТА ПРИ ОРИЕНТАЛСКИ ТЮТЮН

Ивко Стаматов¹, Станислав Стаматов²

¹Институт по тютюна и тютюневите изделия – Пловдив,
Селскостопанска академия, e-mail: ivkok@abv.bg

²Институт по растителни генетични ресурси – Садово,
Селскостопанска академия

Резюме

Обект на изследването са промяната в добива и качеството на листата в зависимост от броя на дните в конкуренция на тютюневите растения с плевелната асоциация.

Проучването е проведено през периода 2020-2021 г. в Института по тютюна и тютюневите изделия - Марково. Постановката на опита формира дванадесет варианта обект на фактора конкуренция. Периодите на заплевеляване са 7, 14, 21, 28, 35 и 42 дни. След премахването на плевелите растенията се поддържаха чисти от плевели до края на вегетацията. В паралелните варианти плевелите бяха оставяни да се развиват съответно преди и след 7-мия, 14-тия, 21-вия, 28-мия, 35-тия и 42-рия ден.

Средният добив на сухи листа намалява с увеличаване на броя на дните, през които има заплевеляване. Зависимостта е линейна от седмия до четиридесет и втория ден. Характерът на кривата при измерване след четиридесетия ден е нелинеен. Първоначалното увеличение на добива е последвано от редукция, която има експоненциален характер с висок коефициент на детерминация. Наред с намалението на добива се наблюдава и понижение на качеството на суровината, което е изразено в по-нисък процент на първа класа и по-висок процент на трета класа.

Ключови думи: тютюн, плевели, добива и качество, криви на отговора.

EFFECT OF WEED COMPETITION ON YIELD AND LEAF QUALITY IN ORIENTAL TOBACCO

Ivko Stamatov¹, Stanislav Stamatov²

¹Tobacco and tobacco products institute – Plovdiv,
Agricultural academy, e-mail: ivkok@abv.bg

²Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo, Agricultural Academy

Abstract

The object of the research is the change in the yield and the quality of the leaves depending on the number of days in competition of the tobacco plants with the weed association.

The study was conducted in the period 2020-2021 at the Tobacco and Tobacco Products Institute - Markovo. The staging of the experiment forms twelve variants subject to the competition factor. The weeding periods are 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days. After

weeding, plants were kept weed-free until the end of the growing season. In parallel variants, weeds were allowed to develop before and after 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days, respectively.

The average yield of dry leaves decreases with an increase in the number of days during which there is weed. The dependence is linear from the seventh to the forty-second day. The nature of the curve when measured after the fortieth day is non-linear. The initial increase in yield is followed by a reduction that is exponential in nature with a high coefficient of determination. Along with the decrease in yield, there is also a decrease in the quality of the raw material, which is expressed in a lower percentage of the first class and a higher percentage of the third class.

Keywords: *tobacco, weeds, yield and quality, response curves.*

Въведение

Като конкуренти на тютюневото растение плевелите пречат на неговото развитие, а при плътно израстване може и да го унищожат. Вредят, като намаляват добива, понижават качеството на листата, затрудняват и оскъпяват обработките и беритбата на тютюна и изтощават почвата. Твърде голяма е и косвената вреда от тях, която нанасят върху тютюна като гостоприемници на опасни болест и неприятели. Следователно борбата с плевелите при отглеждането на тютюна е необходима не само за премахване на преките щети, които те нанасят на тютюневата култура, но и за намаляване на повредите по тютюна от болести и неприятели (Dimitrov, et al., 2005).

Борбата с плевелите се води по механичен и химичен начин.

Плевелите на тютюневите полета могат да нанесат значителни щети на тютюнопроизводството. От общите загуби в световен мащаб, които причиняват вредителите по тютюна на плевелите се падат 37% (Kalinova, et al., 2014).

Поради редица причини (съвпадане на първо окопаване с продължаващо разсаждане, липса на работна ръка и т.н.) понякога окопаването на тютюна и извеждането на борбата с плевелите закъснява. С цел провеждане на ефективна механична и химична борба с плевелите е необходимо да се определи критичния период на тяхното премахване, след който добивът и качеството при ориенталския тютюн спадат.

Редица автори съобщават, че заплевеляването при културните растения е фактора, който оказва най-негативно влияние върху добива (Tere et al., 2011). Плевелите конкурират младите растения за хранителни вещества, подтискат техния растеж и оказват негативно влияние върху ефективността на фотосинтезата (Rao, 2000).

Контролът върху плевелите, базиран на критичния период е важен подход, с който да бъдат получени оптимални резултати. (Duany and Hazra 2013; Ahmed et al., 2014). Определянето му, може да намали използването на хербициди и да намали разходите (Knezevic et al., 2002; Mahmoodi and Rahimi, 2009).

Някои автори определят критичния период като времето между два интервала, а именно периодът без и с плевели (Uremis et al., 2009).

Добивът при сусама намалява с увеличаване на дните през, които има заплевеляване. Зависимостта е линейна от седмия до четиридесет и втория ден. Заплевеляването което се случва след седмия и четиринадесетия ден също води до понижение на добива. Характера на кривата в този случай обаче е нелинеен. Първоначалното увеличение на масата на плодовете е последвано от редуция (Stamatov and Stamatov 2019). Същите автори съобщават, че критичния период, след който плевелите са в състояние да редуцират добива при сусама е между седмия и двадесет и първия ден след поникването.

Целта на изследването е установяване на критичния период за борба с плевелите, след който се проявява отрицателно въздействие на заплевеляването върху добива и качеството при ориенталския тютюн.

Материали и методи

Проучването е проведено през периода 2020-2021 г. Заложен и изведен е агротехнически опит с ориенталския сорт тютюн Крумовград 78 С.

Обект на изследването са промяната в добива и качеството на листата в зависимост от броя на дните в конкуренция на тютюневите растения с плевелната асоциация.

Постановката на опита е формирана от дванадесет опитни варианта с големина на опитната парцелка за всеки вариант 22,0 m². Тя обхваща периодите, през които тютюнът е бил заплевелен след разсаждането. Плевелите бяха премахвани ръчно както следва:

*в първия вариант плевелите се премахваха на седмия ден след разсаждане;
втория вариант беше заплевелен за четиринадесет дни;
третия за двадесет и един дни;
четвъртия за двадесет и осем дни;
петия за тридесет и пет дни;
шестия за четиридесет и два дни.*

След премахването на плевелите, растенията се поддържаха чисти от плевели до края на вегетацията. В паралелните варианти плевелите бяха оставени да се развиват съответно преди и след 7-ия, 14-ия, 21-ия, 28-ия, 35-ия и 42-ия ден.

Добив, качество и средна цена на сухия тютюн – определено е качеството за всеки вариант чрез разлъчване на сухите листа по класи съгласно БДС. Добивите от парцелите са приведени в kg/da. Въз основа на процентното участие на отделните класи в общия добив е изчислена средната цена на тютюна за килограм по варианти.

Извършена е математическа обработка на данните, като за целта са направени следните анализи:

- **дисперсионен анализ;**

- **икономически анализ** – извършена е експертна оценка на сухия тютюн по класи и е изчислен общият доход от декар, при цени 11,30 BGN/kg за първа класа, 7,20 BGN/kg за втора класа и 2,65 BGN/kg за трета класа.

Началото и края на критичния период, в рамките на който контролът на плевелите е задължителен, е оценен от кривите на отговора в сравнение с варианта при който те са били премахвани през цялата вегетация след седмия ден. Критичният период за контрол на плевелите е изчислен чрез монтиране на Logistic и Compertz модел. Три-параметричното уравнение описва ефекта от негативното влияние на плевелите върху елементите на добива при увеличаване на продължителността на заплевеляване. Моделът Compertz е доказано, че прогнозира връзката между относителния добив, повлиян от дължината на период без плевели. Използваното Logistic уравнение определя началото на критичния период, при който културите могат да бъдат заплевелени, а уравнението Compertz се използва за определяне на края на периода за приемливи нива на загуба на добив.

Резултати и обсъждане

В табл. 1 са представени данни за средните добиви, получени при отделните варианти, приравнени на декар при сорт Крумовград 78 С. Средният добив от декар доказано намалява с увеличаване на дните, през които има заплевеляване. Намалението е линейно от седмия до четиридесет и втория ден /варианти от 1 до 6/. Загубата на добив при тези варианти е в границите от 20,1 до 91,1 kg/da. Заплевеляването, което се случва след седмия и четиринадесетия ден също води до

по-нисък добив. Понижението е нелинейно. Първоначалното увеличение на добива при варианти 7 и 8 е последвано от редукция. Загубата на добив при паралелните варианти /от 7 до 12/ е от 37,8 до 115,0 kg/da.

Таблица 1. Добив при ориенталския сорт тютюн Крумовград 78С в зависимост от периода на заплевеляване

Table 1. Yield of the Oriental tobacco variety Krumovgrad 78C depending on the period of weeding

Варианти Variants		Добив Yield kg/da	Разлика Difference	% спрямо контролата % relative to the control	Доказаност Significant
1	7 WF	239,0		100,0	VII
2	14WF	218,9	-20,1	91,6	VII
3	21 WF	203,9	-35,1	85,3	VII
4	28 WF	181,4	-57,6	75,9	VII
5	35 WF	160,9	-78,1	67,3	VII
6	42 WF	147,9	-91,1	61,9	VII
7	7 WC	192,0	-47,0	80,3	VII
8	14 WC	201,2	-37,8	84,2	VII
9	21 WC	167,2	-71,8	69,9	VII
10	28 WC	151,3	-87,7	63,3	VII
11	35 WC	136,4	-102,6	57,1	VII
12	42 WC	124,0	-115,0	51,9	VII

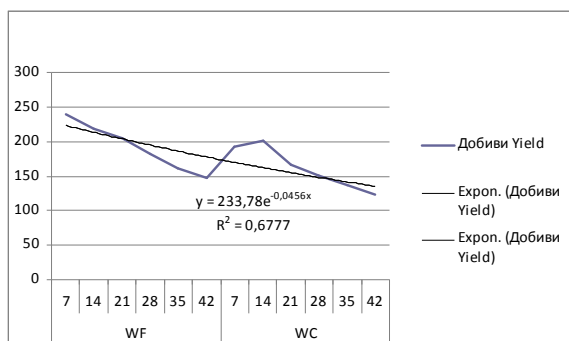
GD	5%	2,834
	1%	3,861
	0,10%	5,190

Средният добив се колебае между 239,0 до 124,0 kg/da в отделните варианти със статистически доказани разлики по между им. Редукцията на добива е 48,1%, а намалението е експоненциално с висок коефициент на детерминация (фиг. 1).

Критичният период, през който растенията трябва да бъдат чисти от плевели се дефинира от кривите на отговора, който за добива е деветия ден, фиг. 2.

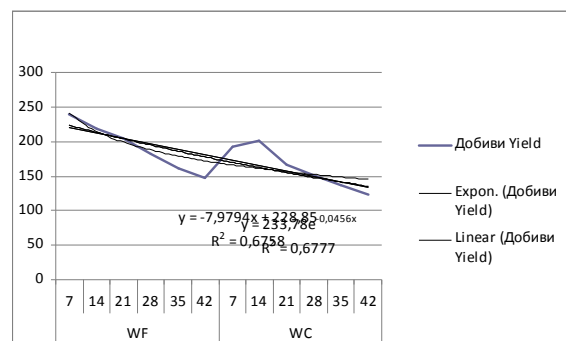
Наред с намаления добив при по-продължително заплевеляване се отчита и понижение на качеството на суровината, изразено с по-нисък процент първа класа и по-висок процент трета класа (табл. 2). Това се отразява и на средната изкупна цена, която за вариант 1 е 8,38 BGN/kg, а за вариант 12 съответно 7,59 BGN/kg.

Продължителността на периода на заплевеляване и съответното намаление на добива и качеството се отразяват и на икономическите показатели, изразени чрез общия доход от декар. Разликата между вариант 1 и 2 е в границите на 8,8%, но при вариант 12, при който плевелите са оставени да се развиват преди и след 42-рия ден общият доход от декар е едва 47,0% от контролния вариант.



Фигура 1. Експоненциално намаляване на добива

Figure 1. Exponential yield reduction



Фигура 2. Критичен период на заплевеляване

Figure 2. A critical period for weeds competition

Таблица 2. Стопански показатели на ориенталския сорт тютюн Крумовград 78С
Table 2. Economic indicators of Oriental tobacco variety Krumovgrad 78C

Варианти Variants		Добив Yield		Класи % Classes %			Средна цена Average price BGN/kg	Общ доход Total income	
		kg/da	%	I	II	III		BGN/dka	% спрямо контролата % relative to the control
1	7 WF	239,0	100,0	34,4	60,5	5,1	8,38	2002,43	100,0
2	14WF	218,9	91,6	33,7	61,0	5,3	8,34	1825,33	91,2
3	21 WF	203,9	85,3	31,4	63,0	5,6	8,23	1678,63	83,8
4	28 WF	181,4	75,9	28,7	65,4	5,9	8,11	1470,84	73,5
5	35 WF	160,9	67,3	26,3	67,1	6,6	7,98	1283,26	64,1
6	42 WF	147,9	61,9	24,5	68,0	7,5	7,86	1162,97	58,1
7	7 WC	192,0	80,3	29,4	64,3	6,3	8,12	1558,39	77,8
8	14 WC	201,2	84,2	30,0	64,0	6,0	8,16	1640,78	81,9
9	21 WC	167,2	69,9	26,6	65,8	7,6	7,94	1327,97	66,3
10	28 WC	151,3	63,3	22,7	68,9	8,4	7,75	1172,35	58,5
11	35 WC	136,4	57,1	21,8	69,3	8,9	7,69	1048,76	52,4
12	42 WC	124,0	51,9	20,2	70,1	9,7	7,59	940,39	47,0

Заклучение

Средният добив от декар намалява с увеличаване на дните, през които има заплевеляване. Намалението е линейно от седмия до четиридесет и втория.

Критичният период, през който растенията трябва да бъдат чисти от плевели по отношение на добива е деветия ден.

Наред с намаления добив при по-продължително заплевеляване се отчита и понижение на качеството на суровината, изразено с по-нисък процент първа класа и по-висок процент трета класа и съответно значително по-нисък общ доход от декар.

Литература

- Ahmed M. Shaalan, Khaled A. Abou-zied and Mansour K. El nass 2014 Productivity of Sesame as Influenced by Weeds ompetition and Determination of Critical Period of Weed Control. Alex. J. Agric. Res. Vol. 59, No.3, pp.179-187
- Dimitrov, A., Bozukov, H., Nikolov, P., & Drachev, D. 2005. Tobacco production for farmers. Ed. "Videnov and Son", Sofia. ISBN 954-8319-40-3 (Bg).
- Duary B. and D. Hazra 2013. Determination of critical period of crop-weed competition in sesame. Indian Journal of Weed Science 45(4), 253–256
- Kalinova, Sh., N. Tahsin, Ts. Hristeva, 2014. Study of Oriental Tobacco Weed Infestation in the Region of Svilengrad and the Influence of Some Herbicides on Soil Micriflora. PLANT SCIENCE, VOL. LI, No. 2-3, 63-66 (Bg).
- Knezevic, S.Z., S.P. Evans, E.E. Blankenship, R.C.Van Acker and J.L. Lindquist. 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. Weed Sci. 50, 773-786.
- Mahmoodi, S. and A. Rahimi. 2009. Estimation of critical period for weed control in corn in Iran. World Academy of Science, Engineering and Technology 49: 67-72.
- Rao, V.S. 2000. Principles of Weed Science. Science Publishers, INC, Enfield (NH), USA, p. 555.
- Stamatov, I., St. Stamatov, 2019. Determination of the critical period of influenced mixed weed competition in sesame (*Sesamum indicum* L.). National scientific conference with foreign participation „Science and society, 2019”, 2-3 october, Kardzhali, 382-385, ISSN 1314-3425
- Tepe, I., M. Erman, R. Yergin and B. Bükün. 2011. Critical period of weed control in chickpea under non-irrigated conditions. Turk J Agric For. 35: 525-534
- Uremis, I., A. Uludag, A.C. Ulger and B. Cakir .2009. Determination of critical period for weed control in the second crop corn under Mediterranean conditions. African J. of Biotech. 8(18): 4475-4480.

CROP PROTECTION RESIDUES - CYANURIC ACID IN APPLES AND THEIR PRODUCTS

Anton Sotirov¹, Dimitar Sotirov², Stanislava Dimitrova², Pavel Zheyzkov¹

¹„100% BIO“ Ltd., Kyustendil

²Institute of Agriculture- Kyustendil, Agricultural Academy, Sofia
e-mail: dksotirov@yahoo.com

Abstract

Apples, juice, vinegar and other derivatives thereof may contain cyanuric acid (melamine derivate). Apples treated with plant protection products (herbicides) contain the most cyanuric acid. Apples untreated with plant protection products may also contain cyanuric acid, depending on the degree of fermentation processes in them. Cyanuric acid was not found in apple juice, untreated with plant protection products, but irrigated with water containing cyanuric acid. The use of vitamin C (L-Ascorbic acid) reduces the content of cyanuric acid. Pasteurization of the juice for min. 60 seconds at 80 °C leads to complete decomposition of cyanuric acid. The hypothesis that ascorbic acid may contribute to the formation of kidney stones should be reconsidered. Conversely, even minimal doses of vitamin C neutralize one of the main chemical compounds that lead to their formation, namely cyanuric acid.

Key words: cyanuric acid, apples, irrigation, water, soil.

ОСТАТЪЦИ ОТ РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА - ЦИАНУРОВА КИСЕЛИНА В ЯБЪЛКИТЕ И ТЕХНИТЕ ПРОДУКТИ

Антон Сотиров¹, Димитър Сотиров², Станислава Димитрова², Павел Желязков¹

¹„100% БИО“ ООД, Кюстендил

²Институт по земеделие – Кюстендил, Селскостопанска академия, София
e-mail: dksotirov@yahoo.com

Резюме

Ябълките, сокът, оцетът и други техни производни могат да съдържат цианурова киселина (меламинов дериват). Ябълките, третирани с продукти за растителна защита (хербициди), съдържат най-много цианурова киселина. Ябълките, които не са третирани с продукти за растителна защита, също могат да съдържат цианурова киселина, в зависимост от степента на ферментационни процеси в тях. Циануровата киселина не е открита в ябълковия сок, получен от не пръскани с продукти за растителна защита плодове, но напоявани с вода, съдържаща цианурова киселина.

Използването на L-аскорбинова киселина (витамин С) намалява съдържанието на цианурова киселина. Пастьоризацията на сока за минимум 60 секунди при 80°C води до пълно разлагане на циануровата киселина. Хипотезата, че аскорбиновата киселина може да допринесе за образуването на камъни в бъбреците, трябва да бъде преразгледана. Обратно, дори минимални дози витамин С неутрализират едно от основните химични съединения, които водят до тяхното образуване, а именно цианурова киселина.

Ключови думи: цианурова киселина, ябълки, напояване, вода, почва.

Introduction

Cyanuric acid is a generalized concept of waste products of the chemical industry, often used in everyday life such as bleach, adhesives, disinfectants, paints, cosmetics, chlorine stabilizers (protect chlorine compounds from rapid decomposition of sunlight and UV light) and many others. It is invariably present as an infiltrate (leachate) in places where there are domestic landfills and sewers. It was first found in urine. It is difficult to form independently in nature and its presence is a good indicator of anthropogenic activity. The formula may be different, but generally can be summarized as $(\text{CNOH})_3$ (1,3,5-triazine-2,4,6-triol). One of its analogues is melamine (Huthmacher and Most, 2005). This is the end product of decomposition and is a strong pollutant. In nature it cannot be purified except by sedimentation as an organic stone. In the same way, it causes the formation of the most insoluble organic stones in the kidneys and urinary tract in human and animals. The fish species Trout is very sensitive to this chemical, as it disappears at values above 8 mg/l in river water. There is also data on the sensitivity of freshwater plankton Branchiopoda. The CYA content should not exceed 10-12 mg/l in the water of swimming pools (World Health Organization, 2004).

Cyanuric acid or 1,3,5-triazine-2,4,6-triol is a compound of formula $(\text{CNOH})_3$. Like many industrially useful chemicals, this triazine has many synonyms. This odorless white solid is used as a precursor or component of bleach, disinfectants and herbicides. In 1997, world production was 160 million kilograms (Huthmacher, and Most, 2005).

Cyanuric acid has a number of possible sources in the environment. It and its chlorinated derivatives are components of household bleaches, household and industrial cleaners and chlorine stabilizers, which are used in swimming pools to slow down the photolytic decomposition of chlorine disinfectants (Cantu et al., 2000). Cyanuric acid can also be released into the environment through biological, chemical and (or) photolytic decomposition of triazine herbicides (atrazine, cyanazine, propazine and simazine) (Magnuson et al., 2001). Consumer products from various plastics use isocyanurate (a tautomer of cyanuric acid) and melamine as crosslinking agents, with melamine being converted bacterially to cyanuric acid (Cheng et al., 2005). Finally, cyanuric acid has been found to occur naturally in soil (Wise and Walters, 1917), suggesting that it may be derived from purine or urea precursors (Leenheer et al.), cited by Noyes and Woodside (2003-2004).

From the latter it can be assumed that fertilizing the soil with some types of fertilizer, incl. and natural can lead to the formation of cyanuric acid in soils.

Materials and Methods

Apple juice was obtained by cold pressing with a single-shaft juicer Star Light SJB-150 R and filtrate with filter paper to a degree of clarification sufficient to work with a laser spectral photometer (tintometer) "Lovibond" in mg/l.

The content of cyanuric acid in river waters is based on literature data from previous studies of the present author and a team (Sotirov et al., 2015).

Results and Discussion

Apples, juice, vinegar and other apple derivatives may contain cyanuric acid. Apples treated with plant protection products and some fertilizers contain the most cyanuric acid. Apples untreated with plant protection products and fertilizers may also contain cyanuric acid, depending on the degree of fermentation processes in them (Table 1,2).

Cyanuric acid was not found in apple juice and other products, produced by apples untreated with preparations and fertilizers, but irrigated with water containing cyanuric acid (Table 3). Consequently, the CYA does not reach the apple fruits through the way from roots to the fruit.

The use of Ascorbic acid reduces the content of cyanuric acid in liquid foods produced from apples.

Pasteurization of the juice for minimum 60 seconds at 80°C leads to complete decomposition of cyanuric acid.

The hypothesis that ascorbic acid may contribute to the formation of kidney stones should be reconsidered. Conversely, even small doses of ascorbic acid neutralize one of the main chemical compounds that lead to their formation, namely cyanuric acid.

Table 1. Measured values of the content of Cyanuric acid (CYA) in apple juice, obtained by the method of cold pressing of fruits - apples from the region of Kyustendil (Sotirov, 2021a; Sotirov et al., 2021)

Juice	CYA, mg/l	CYA, mg/l, with added 2,5 mg/l Ascorbic acid	CYA, mg/l, with added 5,0 mg/l Ascorbic acid	CYA, mg/l pasteurized for 60 sec. at 80 ° C, Ascorbic acid is irrelevant
Apple juice from variety Granny Smith, Dragovishtitsa village, treated with preparations and fertilizers, without artificial irrigation	22	10	6	0
Apple juice from variety Florina, Nevestino village, untreated with preparations and fertilizers, without artificial irrigation, but with started fermentation processes	12	9	6	0
Apple juice from variety Jonathan, Shishkovtsi village, untreated with preparations and fertilizers, but irrigated with water from the Struma River with CYA	0	0	0	0

Table 2. Measured values of Cyanuric acid content in apple cider vinegar from Kyustendil region

Vinegar	Cyanuric acid content (CYA), mg/l
Apple cider vinegar obtained from juice without added Ascorbic acid, unpasteurized	11
Apple cider vinegar from trees untreated with preparations and fertilizers, unpasteurized and without added Ascorbic acid	6
Apple cider vinegar treated with preparations and fertilizers, made from apple juice with added Ascorbic acid 25 mg /l and pasteurized	0

Table 3. Average values of the content of Cyanuric acid in the waters of the rivers used for irrigation of the apple orchards at Kyustendil region (Sotirov et al., 2020)

River	Cyanuric acid content, (CYA), mg / l
Struma	7
Bistritsa	12
Banshtitsa	7
Novoselska	16
Dragovishtitsa	6
Treklyanska	2
Eleshnitsa	3
Grashtitsa	8

Conclusion

Cyanic acid (CYA) is an important parameter as it is not included in the Bulgarian National Environmental Monitoring System and is generally insufficient studied. In 2016, an opinion was submitted to the MoEW that cyanuric acid should be included in the Bulgarian National Environmental Monitoring System by the team of Sotirov et al. (2015).

References

- Cantu, R., Evans, O., Kawahara, F.K., Shoemaker, J.A., and Dufour, A.P. (2000). An HPLC method with UV detection, pH control, and reductive ascorbic acid for cyanuric acid analysis in water: *Analytical Chemistry*, v. 72, p. 5,820–5,828.
- Cheng, G., Shapir, N., Sadowsky, M.J., and Wackett, L.P. (2005) Allophanate hydrolase, not urease, functions in bacterial cyanuric acid metabolism: *Applied Environmental Microbiology*, v. 71, p. 4,437–4,445.
- Huthmacher, H., Dieter Most. (2005). Cyanuric Acid and Cyanuric Chloride" *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, 29456 p.
- Leenheer, J.A., Izbicki, J.A., Rostad, C.E., Noyes, T.I., and Woodside, G. (2003-2004). Discovery of Cyanuric Acid During an Assessment of Natural Organic Matter in Stormflow Water of the Santa Ana River, Southern California, 2003–2004. Scientific Investigations Report 2007–5048, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, 20 p.
- Magnuson, M.L., Kelty, C.A., and Cantu, R. (200) Stable association complex electrospray mass spectrometry for the determination of cyanuric acid: *Journal of the American Society of Mass Spectrometry*, v. 12, p. 1,085–1,091.
- Sotirov, A. (2021a). About presence of Cyanuric acid in the apples. *Proceedings Scientific Conference "Healthy Plants – Healthy Food"*, 27 April 2021, EFSA Contact Centre, Sofia, Bulgaria, 59-63.
- Sotirov, A. (2021b). Increasing quantity of disinfectants at the environment. *Academia Letters*, Article 1290, pp. 1-6.
- Sotirov, A., N. Glavev, D. Sotirov, S. Dimitrova, N. Pistalov, V. Sotirov, K. Sotirov (2021). Agro-ecological and technological quality of some apples. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, Vol. 17, 56-65, DOI: 10.37394/232015.2021.17.6. E-ISSN: 2224-3496.

- Sotirov, A., Savova, S., Yordanov, S., Taseva, R., Kulkina, L., Yerusalimova, M., Vezenkova, R., Velinov, D., Kirilov, D., Eftimova, M. (2015). Influence of river water contamination on distribution of fish species. Proceedings Eleventh Scientific Conference with International Space, Ecology, Safety (SES) 2015, 4 – 6 November 2015, Sofia, Bulgaria, pp. 1-8.
- Sotirov, A., Malwood, D., Pistalov, N., Yerusalimova, M. (2020). Environmental monitoring of Struma (Strymonas) River between Bulgaria and Greece, Presented at 17th International Conference on Environment, Geology, Materials (ENGEMA2020), Marathon Beach, Athens, Greece, 2-4 November, 2020.
- Wise, L.E., and Walters, E.H. (1917) Isolation of cyanuric acid from soil: Journal of Agricultural Research, v. 10, p. 85–91.
- World Health Organization. (2004). Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, U.S. Food and Drug Administration, „Interim Melamine and Analogues Safety/Risk Assessment; Availability, Federal Register: May 30, 2004, v. 72, 103.

APPLICATION OF THE EH-PH WATER DIAGRAM FOR FRUIT JUICES AND ITS UTILIZATION IN THE FOOD TECHNOLOGY

Anton Sotirov¹, Stanislava Dimitrova², Dimitar Sotirov², Pavel Zheyazkov¹

¹„100% BIO“ Ltd., Kyustendil

²Institute of Agriculture, Kyustendil

e-mail: dksotirov@yahoo.com

Abstract

From the studies made, as a main conclusion is that the Eh - pH diagram of water is extremely useful in the technological processing of cold-pressed fruit juices:

1. In juices with Eh and pH values that fall under line (a), a release of hydrogen H₂ from the consistency of the juice can be expected, at which strong oxidation processes are not expected and the nutrients, color, taste, aroma, nutritional value, etc. will be preserved.

2. In juices with Eh and pH values that fall between line (a) and line (b), equilibrium in the release of hydrogen and oxygen can be expected, which reconnect with the free hydroxyl groups to form water. Here, however, some of the hydrogen in the natural content of Vitamin C (Ascorbic acid) in fruits and especially in apples is consumed in this process. Therefore, artificially synthesized Ascorbic acid can be used to support it at the optimal dose of 0.025%. It is a reservoir of hydrogen, with which the oxygen released from the juice and the oxygen released from the environment was associated with priority, thus preserving the fresh characteristics of the juice and the healthy effect.

3. In the case of juices with Eh and pH values falling above line (b), oxygen is mainly released, which is highly damaged, respectively oxidizes fruit juice. It can be eliminated with a large amount of hydrogen to form a water molecule, and this very often requires up to 4 times the optimal dose of Ascorbic acid, i.e. 0.1%.

Key words: - Eh, pH, apples, juices, technology, ascorbic acid.

ПРИЛАГАНЕ НА ЕН-РН ВОДНА ДИАГРАМА ЗА ПЛДОВИ СОКОВЕ И НЕЙНОТО ИЗПОЛЗВАНЕ В ХРАНИТЕЛНАТА ТЕХНОЛОГИЯ

Антон Сотиров¹, Станислава Димитрова², Димитър Сотиров², Павел Желязков¹

¹„100% БИО“ ООД, Кюстендил

²Институт по земеделие, Кюстендил

e-mail: dksotirov@yahoo.com

Резюме

От направените изследвания, като основен извод е, че Eh - pH диаграмата на водата е изключително полезна при технологичната обработка на студено пресовани плодови сокове:

1. В сокове със стойности на Eh и pH, които попадат под линия (a), може да се очаква освобождаване на водород H₂ от консистенцията на сока, при което не се очакват силни окислителни процеси и ще се запазят хранителните вещества, цветът, вкусът, ароматът, хранителната стойност и т.н.

2. В сокове със стойности на Eh и pH, които попадат между линия (a) и линия (b), може да се очаква равновесие в освобождаването на водород и кислород, които се свързват отново със свободните хидроксилни групи, за да образуват вода. Тук обаче част от водорода в естественото съдържание на витамин С (аскорбинова киселина) в плодовете и особено в ябълките се консумира в този процес. Следователно, изкуствено синтезирана аскорбинова киселина може да се използва срещу окислението на сока при оптимална доза от 0,025%. Това е резервоар на водород, с който кислородът, освободен от сока, и освободеният от околната среда кислород се свързват с приоритет, като по този начин се запазват свежите характеристики на сока и здравословния ефект.

3. В случай на сокове с Eh и pH стойности, попадащи над линията (b), основно се отделя кислород, който силно уврежда, съответно окислява плодовия сок. Той може да бъде елиминиран с голямо количество водород, за да се образува водна молекула, а това много често изисква до 4 пъти над оптималната доза аскорбинова киселина, т.е. 0,1%.

Ключови думи: - Eh, pH, ябълки, сокове, технология, аскорбинова киселина.

Introduction

The aim of the study is to be prepared and analysed the Eh-pH diagram of the fruit juices, produced by cold-pressing method of 10 varieties of the popular conventional apples and 10 varieties by the most popular cherries, grown by the Institute of Agriculture in town of Kyustendil, Bulgaria (Dimitrova, Sotirov, 2015) and the same 10 varieties of apples, but organic, grown by firm 100% Bio Ltd. That are used for the canning industry. We did not find any data about using of Eh-pH water diagram for fruit juices. Some data about the studied parameters and methods were published by Sotirov et al. (2020^{1,2}).

Methods

Portable digital instruments were used as follow: "SensoDirect 150" apparatus and "Waterproof IP57" tester for determination of total acidity (pH) and ORP/Redox meter was used for the measurement of the Eh, (V) of the juices. The juices were produced by the cold-pressing method, using 4 atm. pressure of the press. Total 30 measurements were performed for each apple variety, 30 measurements for each organic-apple variety and 30 per cherry variety. Height of each sample was 3 kg. Average values of Eh and pH for each type of fruit were used for this study.

Results

Table 1 presents the data of Eh and pH measurements of juices from 10 varieties of conventional apples, i.e. which were treated with plant protection products. All of them are from orchards of the Institute of Agriculture at the town of Kyustendil, located at the northwestern end of the Kyustendil valley in the valley of the Dragovishtitsa River. Fig. 1 shows the diagrams of measured values of each variety. A strong relationship between measured Eh and pH values is clearly seen in the diagram, which increase or decrease in varieties inversely proportionally. That is, when the Eh of the fruit juice increases, its pH decreases.

Table 1. Measured Eh and pH of the juices of the studied conventional apple varieties (Sotirov et al., 2021)

Apple Variety	Eh, V	pH
Florina	0,23	4,1
Enterprise	0,29	3,8
Aidared	0,246	3,1
Golden Delicious	0,275	3,6
Pinova	0,276	3,7
Granny Smith	0,296	3,4
Mutsu	0,294	3,7
Jonagold	0,308	3,7
Red Chief	0,254	4,3
Fudji	0,292	3,8

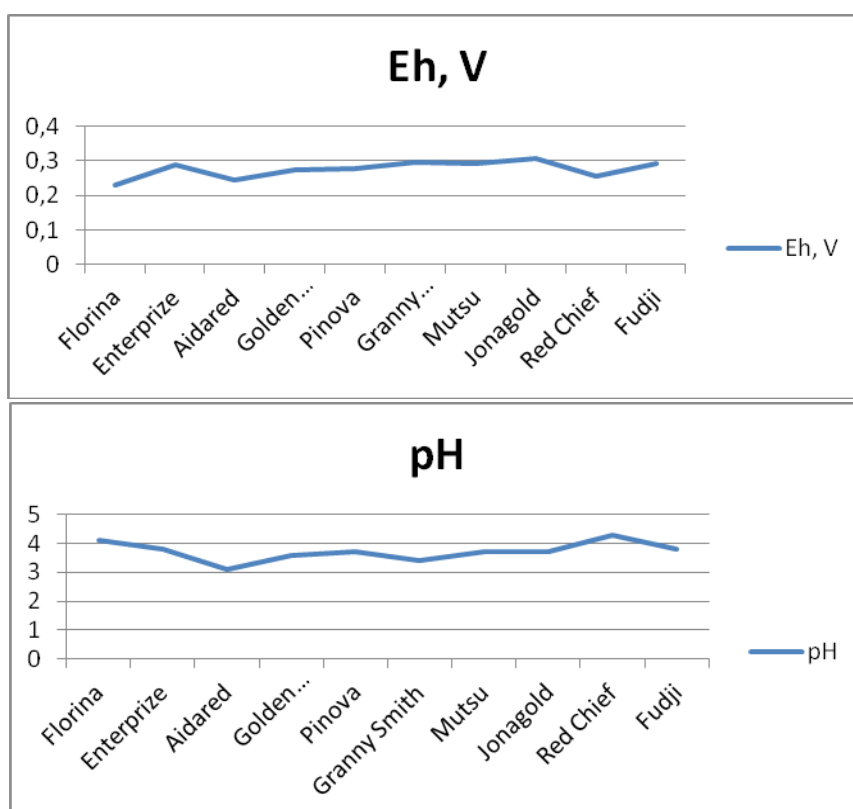


Figure 1. Diagram of Eh and pH of the juice of the conventional apples

Table 2 gives data of the measured Eh and pH values of the juices of the same apple cultivars but not treated with plant protection products and certified as bio-. Some of them are from the same agricultural massives along the Dragovishtitsa River. However, some of the fruits are not of local origin, but are sourced from other parts of Bulgaria. In Fig. 2 the distribution diagrams of the Eh and pH values of the juices of organic-apples (bio-) are shown, and again there is a correlation between the values of the two measured indicators, but the Eh values are on average about 2 times lower and vary widely. Thus, there is a weaker dependence between the oxygen and hydrogen potential of juices in different varieties of bio-apples.

Table 2. Measured Eh and pH of the juices of the studied organic apple varieties

Apple Variety-Organic	Eh, V	pH
Florina	73	3.5
Enterprize	170	5.8
Aidared	118	4.5
Golden Delicious	49	3.4
Pinova	163	4.9
Granny Smith	147	4.6
Mutsu	98	4.2
Jonagold	66	4.0
Red Chief	102	3.9
Fudji	128	4.7

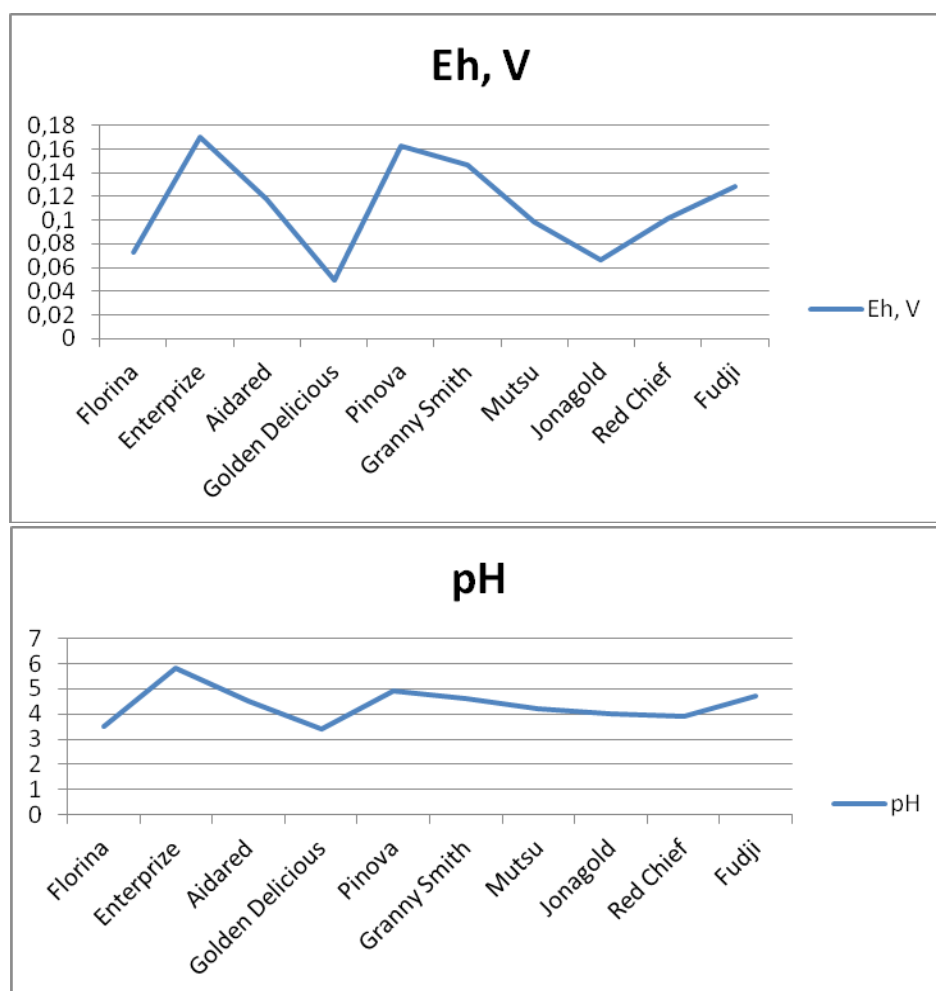


Figure 2. Diagram of Eh and pH of the juice of the organic apples

In Table 3 data from Eh and pH measurements of juices from conventional cherries are given for comparison. The curves of the Eh and pH values of the diagrams rather resemble those of the juices of bio-apples, but greater variation in values is observed at pH. In cherries, it is more difficult to find a correlation between the two parameters studied.

Table 3. Measured Eh and pH of the juices of the studied cherry varieties

Cherry variety	Eh, V	pH
Van	0,33	3,6
Summerset	0,299	3,6
Bing	0,257	3,8
Stefania	0,294	3,5
Stella	0,315	3,3
Christin	0,308	3,7
Sparkle	0,325	3,6
Sweet Hart	0,315	3,6
Merchant	0,309	3,6
Hartland	0,307	3,6

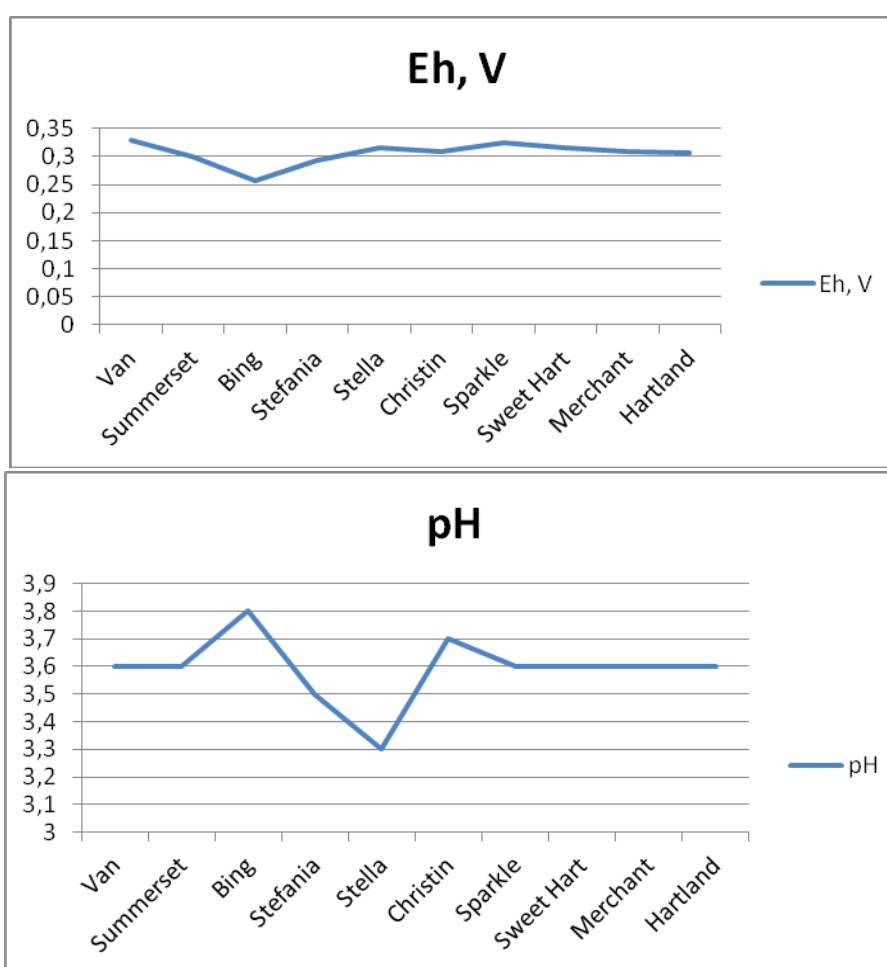


Figure 3. Diagram of Eh and pH of the juice of the cherry varieties

Figure 4 gives the Eh - pH diagram of the water that was used, due to fruit juices being mainly aqueous solutions accumulated in the fruit from the soil through the root system of fruit trees. Numerous studies have shown that plants accumulate water from the environment, but allow selectively most of the chemical elements, and the fruit is usually reached by purified soil water. This diagram was chosen because fruit juices must comply with drinking water legislation, along with the remaining legal provisions.

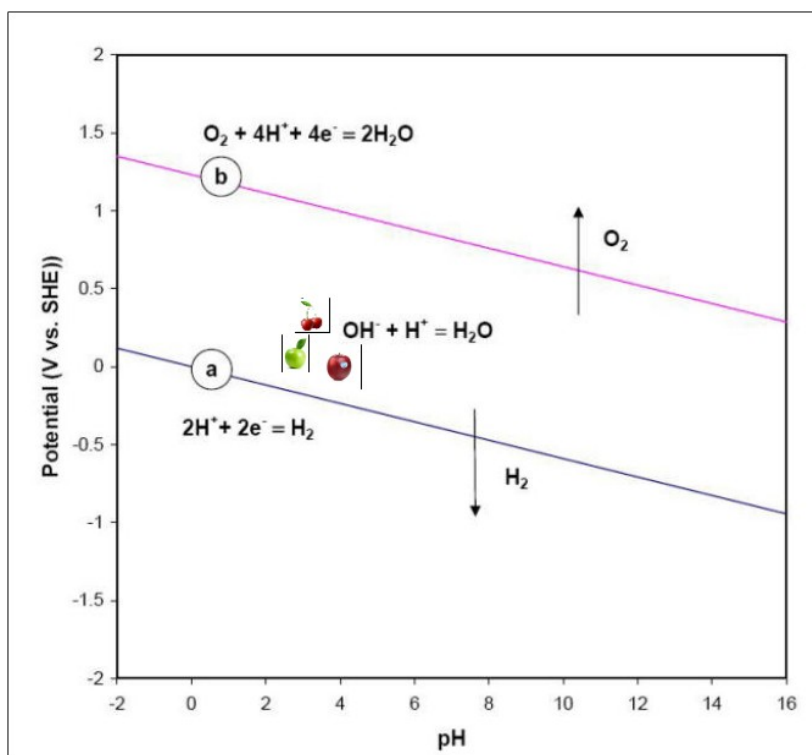


Figure 4. Eh-Ph Diagram of the ratios between oxygen redox potential (Eh, stadard hydrogen electrode) and total acidity (pH, potential of hydrogen) of the fruit juices, 25°C

From Fig. 4 it is seen that bio-apples are distinguished from conventional apples in that they generally have a higher average pH value and a little-lower in Eh Eh of their juices. Relative to cherries, both types of apples have lower media Eh values, and the pH values of the juices of different cherry varieties are located between those of conventional and bio-apples.

Conclusions

From the studies made, as a main conclusion is that the Eh - pH diagram of water is extremely useful in the technological processing of cold-pressed fruit juices:

1. In juices with Eh and pH values that fall under line (a), a release of hydrogen H_2 from the consistency of the juice can be expected, at which strong oxidation processes are not expected and the nutrients, color, taste, aroma, nutritional value, etc. will be preserved.

2. In juices with Eh and pH values that fall between line (a) and line (b), equilibrium in the release of hydrogen and oxygen can be expected, which reconnect with the free hydroxyl groups to form water. Here, however, some of the hydrogen in the natural content of Vitamin C (Ascorbic acid) in fruits and especially in apples is consumed in this process. Therefore, artificially synthesized Ascorbic acid can be used to support it at the optimal dose of 0.025%. It is a reservoir of hydrogen, with which the oxygen released from the juice and the oxygen released from the environment was associated with priority, thus preserving the fresh characteristics of the juice and the healthy effect.

3. In the case of juices with Eh and pH values falling above line (b), oxygen is mainly released, which is highly damaged, respectively oxidizes fruit juice. It can be eliminated with a large amount of hydrogen to form a water molecule, and this very often requires up to 4 times the optimal dose of Ascorbic acid, i.e. 0.1%, as it is seen by the formulas on fig. 4.

References

- Dimitrova, S., D., Sotirov. (2015). Breeding Activities and Cultivar Composition of Apple (*Malus domestica* L.). *Plant Science*, Vol. LII, 2, 52-58.
- Sotirov, A., N. Glavev, D. Sotirov, S. Dimitrova, N. Pistalov, V. Sotirov, K. Sotirov. (2021). Agro-ecological and technological quality of some apples. *WSEAS TRANSACTIONS on ENVIRONMENT and DEVELOPMENT*, Vol. 17, 56-65, DOI: 10.37394/232015.2021.17.6. E-ISSN: 2224-3496.
- Sotirov, A., Glavev, N., Sotirov, D. Dimitrova, S., Pistalov, N., Sotirov, V., Sotirov, K., Vezenkova, R., Andonova, R., Velinova, L. (2020). Characteristics of apple juices, produced by the cold-pressure method. *Proceedings Youth Forums "Science, Technology, Innovation, Business-2020*, Plovdiv, Bulgaria, pp. 83-88.
- Sotirov, A., N. Glavev, D. Sotirov, S. Dimitrova, N. Pistalov, V. Sotirov, K. Sotirov. (2020). Ecological and technological parameters of apples. *Proceedings SES 2020, XVIth international Scientific*

ВЛИЯНИЕ НА АЗОТНОТО, ФОСФОРНОТО И КАЛИЕВОТО ТОРЕНЕ ВЪРХУ КАЧЕСТВОТО НА САЛАТА (*Lactuca sativa* var. *romana* L.)

Асен Николов¹, Веселин Кутев²

Селскостопанска Академия, Институт по животновъдни науки,
сп. Почивка 1, 2232 Костинброд, България¹

e-mail: asen30@abv.bg

Лесотехнически университет, Бул. Климент Охридски №10, София².

Резюме

В полският торов опит е проведен върху опитна култура салата (*Lactuca sativa* var. *romana* L.) сорт Литал. В опита са използвани следните торове: като основни източници на фосфор са Duofertil TOP 34 (съдържа полифосфати) и Eurofertil Plus 36 (съдържа ортофосфати). Основни източници на азот са KSC III; SULFAMMO (N-PRO) - на базата на амониев сулфат; Амониева селитра NH_4NO_3 ; Амониев сулфат $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Източник на калий е Калиев сулфат (K_2SO_4). Двата вида фосфорни торове не са дали особено голямо отражение върху съдържанието на нитрати в листата. При съдържанието на нитрати в стъблото се наблюдават малко по- високи стойности на нитрати при вариантите торени с Duofertil и по-високи при вариантите торени с Eurofertil. Регистрирани са по-ниски стойности на каротеноиди спрямо контролния вариант ($2,053 \text{ mg.l}^{-1}$) във вариантите Duofertil ($1,645 \text{ mg.l}^{-1}$), Eurofertil ($1,913 \text{ mg.l}^{-1}$) и Eurofertil - KSC ($2,039 \text{ mg.l}^{-1}$). Установено е, че комбинираното използване на азот и фосфорсъдържащи торове увеличават съдържание на нитрати в листата на салатата, като най-високи стойности са отчетени в комбинацията от KSC и EUROFERTIL (168 mg.kg^{-1}). Самостоятелното торене с азотни торове и най-вече с амониев нитрат води до високи нива на хлорофил „а” и „б” и каротени, а самостоятелното торене с фосфорни торове води до ниски нива на хлорофил „а” и „б” и каротени в листата на салатите.

Ключови думи: салата, азотни торове, фосфорни торове, фертигация, качество.

Summary

Field fertilizer experiment was carried out with an experimental culture of lettuce (*Lactuca sativa* var. *romana* L.) variety Lital. The following fertilizers were applied in the experiment: Duofertil TOP 34 (contains polyphosphates) and Eurofertil Plus 36 (contains orthophosphates) as the main sources of phosphorus. Major nitrogen sources are KSC III; SULFAMMO (N-PRO) - based on ammonium sulfate; Ammonium nitrate NH_4NO_3 ; Ammonium sulfate $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Potassium sulfate (K_2SO_4) is a source of potassium. The two types of phosphorus fertilizers did not have a particularly large impact on the nitrate content in the leaves. Regarding the content of nitrates in the stem, slightly higher values of nitrates are observed in the treatments fertilized with Duofertil and higher in the treatments fertilized with Eurofertil. Lower values of carotenoids compared to the control treatment ($2,053 \text{ mg.l}^{-1}$) were registered in the Duofertil ($1,645 \text{ mg.l}^{-1}$), Eurofertil ($1,913 \text{ mg.l}^{-1}$) and Eurofertil - KSC ($2,039 \text{ mg.l}^{-1}$). It was found that the combined use of nitrogen and phosphorus-containing fertilizers increased nitrate content in lettuce leaves, with the highest values recorded in the combination of KSC and EUROFERTIL (168 mg.kg^{-1}). Fertilization with nitrogen fertilizers only and especially with ammonium nitrate leads to high levels of chlorophyll "a" and "b" and carotenes, and fertilization with phosphorus fertilizers only leads to low levels of chlorophyll "a" and "b" and carotenes in salad leaves.

Key words: lettuce, nitrogen fertilizers, phosphorus fertilizers, fertigation, quality.

Увод

Салатата е една от най-популярните салатни култури и заема най- голямата производствена площ сред салатните култури в света (Squire et al., 1987).

Някои зеленчукови култури, особено тези с къс вегетационен период, като маруля, имат способността да натрупват пропорционално нитрати в стъблата и листата. Зелените листни зеленчуци съдържат най-високо ниво на нитрати (Prasad and Chetty, 2008), а марулята е класифицирана като култура с много високо съдържание на нитрати (Santamaria P., 2006). Byrne et al. (2001) установяват, че увеличаването достъпността на азот в почвите причинява увеличаване на натрупването на нитрати в марулята, особено във външните листа. По отношение на марулята е показано, че интензитетът на светлината (Chadjaa et al., 1999), времето на мобилизиране на азотния тор (Tesi and Lenzi 1998) и типът маруля (Escobar-Gutierrez et al., 2002) влияят върху натрупването на нитрати в тази култура.

Целта на настоящето изследване е да установи в условията на фертигация влиянието на азот, фосфор и калий върху някои качествени параметри на салатата, като съдържание на нитрати, хлорофил „а” и „б”, и каротени.

Материали и методи

В полския торов опит е използвана салатата (*Lactuca sativa var. romana L.*) сорт Литал. Сортът е селекция на "Hazera" и е предназначен за пролетно производство и с добра поносимост към високите пролетни и летни температури. Розетката е с изправени, плътни листа с леко изразено оребвяване, които формират глава с тегло 0,8 - 1 kg. Подходящ за отглеждане на открито и в оранжерии.

Използвани са следните торове:

Основни източници на фосфор са Duofertil TOP 34 (N-P-K 5-19-10 + 19 SO₃ + 0,1% B + 0,1% Zn) – съдържа полифосфати; EurofertilPlus 36 (Physio +) (P₂O₅ – 12%, K₂O – 24%, SO₃ – 15%, B – 0.2%) - съдържа ортофосфати; Троен супер фосфат (P₂O₅ – 46%) - за изравняване с фосфор на вариантите с Eurofertil Plus 36 до тези с Duofertil TOP 34 - съдържа ортофосфати.

Основни източници на азот са KSC III за зеленчуци – (N- 15%, P₂O₅ -5%, K₂O - 35%, B -0.1%, Fe-0.1%, Mo-0.1%) -азотът е представен от 11.7% нитратен и 3.3% амониев азот; SULFAMMO (N-PRO) (N-25%, SO₃-31%, MgO-2%) - на базата на амониев сулфат; Амониева селитра NH₄NO₃- амониено-нитратен тор (N - 34%); Амониев сулфат (NH₄)₂SO₄ амониев тор (N – 21%) – за изравняване на вариантите с Eurofertil Plus 36 до тези с Duofertil TOP34.Източник на калий е Калиев сулфат (K₂SO₄) – 50% K₂O – за изравняване количествата калий.

Схема на опита

1. Контрол
2. SULFAMMO (N-PRO)
3. KSC за зеленчуци
4. Амониева селитра
5. Duofertil TOP 34
6. Duofertil TOP 34 + SULFAMMO (N-PRO)
7. Duofertil TOP 34 + KSC за зеленчуци
8. Duofertil TOP 34 + Амониева селитра
9. Eurofertil Plus 36
10. Eurofertil Plus 36 + SULFAMMO (N-PRO)
11. Eurofertil Plus 36 + KSC за зеленчуци
12. Eurofertil Plus 36 + Амониева селитра

Резултати и обсъждане

Измереното съдържание на нитрати в листната маса на салатата (табл. 1) варира между 112 и 168 mg.kg⁻¹, а в стъблата е от 50 до 303 mg.kg⁻¹. При допустима норма за съдържание на нитрати по отменен БДС от 500 mg на 1 kg свежа маса, установените NO₃⁻ концентрации в стъблото и листата от изведения опит са в допустимите граници.

Таблица 1. Съдържание на нитрати в стъбла и листа на салата, mg.kg⁻¹

	Вариант	Стъбло mg.kg ⁻¹	Листа mg.kg ⁻¹
1	Контрол	50	112
2	Sulfammo	138	138
3	KSC	269	145
4	Амониев нитрат	169	109
5	DuoFertil	150	122
6	DuoFertil - Sulfammo	268	112
7	DuoFertil - KSC	275	165
8	DuoFertil - Амониев нитрат	247	157
9	EuroFertil	219	137
10	EuroFertil - Sulfammo	262	145
11	EuroFertil - KSC	303	168
12	EuroFertil - Амониев нитрат	293	134

Прави впечатление, че в стъблата на растенията са измерени по-високи стойности на нитрати от колкото в листата. Изключение прави контролният вариант, при който недостигът на азот в почвата стимулира растенията от този вариант да концентрират наличния азот в листата. Освен това растенията са по-малки и това води до повишената концентрация на нитрати. Може да се каже, че торенето с двата вида фосфорни торове не е дало особено голямо отражение върху съдържанието на нитрати в листата. Не така стоят нещата при съдържанието на нитрати в стъблото, където се наблюдават малко по- високи стойности на нитрати при вариантите торени с полифосфати (DuoFertil) и по- високи при вариантите торени с ортофосфати (EuroFertil). Най-високи резултати са отчетени в стъблата (303 mg.kg⁻¹) и листата (168 mg.kg⁻¹) на растенията от варианта EuroFertil – KSC. Създава се правопрпорционална зависимост между добив и нитрати: по-висок добив с по-високо съдържание на нитрати.

Най-ниско съдържание на хлорофил „а” в листата на салатата е измерено във варианта торен с полифосфати (DuoFertil) (3,587 mg.l⁻¹) (табл. 2). На второ място се нарежда контролният вариант с 4,064 mg.l⁻¹. Най-високи стойности са измерени във варианта с Амониева селитра (9,284 mg.l⁻¹). Най-ниско съдържание на хлорофил „б” е измерено в контролният вариант (0,837 mg.l⁻¹), а най-високо при варианта торен с Амониева селитра (3,159 mg.l⁻¹). По-ниски стойности на каротеноиди спрямо контролния вариант (2,053 mg.l⁻¹) са регистрирани във вариантите DuoFertil (1,645 mg.l⁻¹), EuroFertil (1,913 mg.l⁻¹) и EuroFertil - KSC (2,039 mg.l⁻¹).

Таблица 2. Съдържание на хлорофил „а” и „б” и каротени в листа на салати, mg.l⁻¹

Варианти	Ch „a”	Ch „b”	C кар.
Контрол	4,064	0,837	2,053
Sulfamo	8,003	3,006	3,055
KSC	6,440	2,064	3,007
Амониева селитра	9,284	3,159	3,853
Duofertil	3,587	1,050	1,645
Duofertil - Sulfamo	7,807	2,618	3,099
Duofertil - KSC	7,392	2,402	2,911
Duofertil - Ам. селитра	7,025	2,146	2,730
Eurofertil	4,362	1,200	1,913
Eurofertil - Sulfamo	7,748	2,643	2,924
Eurofertil - KSC	5,054	1,406	2,039
Euroferti - Ам. селитра	5,807	1,737	2,462

Изводи

1. Комбинираното използване на азот и фосфорсъдържащи торове увеличават съдържание на нитрати в листата на салатата, като най-високи стойности са отчетени в комбинацията от KSC и EUROFERTIL (168 mg.kg⁻¹).

2. Самостоятелното торене с азотни торове и най-вече с амониев нитрат води до високи нива на хлорофил „а” и „б” и каротени, а самостоятелното торене с фосфорни торове води до ниски нива на хлорофил „а” и „б” и каротени в листата на салатите.

Литература

- Byrne, C., Maher, M.J., Hennerty, M.J., 2001. Reducing the nitrogen content of protected lettuce crops. Irish Agriculture and Food Development Authority. Dublin: University College, 19p.
- Chadjaa, H.; Vezina, L.P.; Gosselin, A. Effect of supplementary lighting on growth and primary nitrogen metabolism of green house lamb's lettuce and spinach. Can. J. Plant. Sci. 1999, 79,421–426.
- Escobar-Gutierrez, A.J.; Burns, I.G.; Lee, A.; Edmondson, R.N. Screening lettuce cultivars for low nitrate content during summer and winter production. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 2002, 77,232–237.
- Prasad, S.; Chetty, A.A. Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. Food Chem. 2008, 106,772–780.
- Santamaría P.2006. Nitratein vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture 86: 10-17.
- Squire, G.R., C.KOng, J.L. Monteith. 1987. Crop growth in semi-aridenvironment. In: Proceedings of 7th International Workshop, 7-11 April, 1986, International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics, Patancheru, Hyderabad, pp 219-231.
- Tesi, R.; Lenzi, A. Controlled-released fertilizers and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Agr. Mediterranea 1998, 128,313–320.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ТЕЧНИ ТОРОВЕ И МИКРОБИАЛНИ ПРЕПАРАТИ

Веселин Кутев¹, Асен Николов², Светослав Анев¹, Мартин Тасков¹

Бул. Климент Охридски №10, Лесотехнически университет, София¹.
Селскостопанска Академия, Институт по животновъдни науки, сп. Почивка 1,
2232 Костинброд, България²
e-mail: asen30@abv.bg

Резюме

Обект на изследването са органични течни торове и препарати "Еко Проп", „Биостар Топ“, СтимАК, „Азарий“ и „Ермей“. Опитната култура е салата (*Lactuca sativa* var. *Romana*). Установено е, че при използването на Азарий има натрупване на NO₃. А по отношение на тегло на свежа маса, тегло на корени и диаметър на салатата Био Стар Топ показва най-добри резултати. Еднократното прилагане на течния органичен тор „Био Стар Топ“ повишава най-значимо добива на свежа маса от салатата. Листното внасяне на аминокиселини нямаше положително действие върху добива и развитието на салатата. Използваните органични торове и препарати имат различно действие в зависимост от начина на прилагането им.

Ключови думи: течни торове, микробиални препарати, салата.

Summary

The object of the research are organic liquid fertilizers and preparations "Eko Prop", "Biostar Top", StimAC, "Azariy" and "Ermei". The experimental culture is lettuce (*Lactuca sativa* var. *Romana*). It was established that when using Azariy there is an accumulation of NO₃. In terms of fresh mass weight, root weight and lettuce diameter, Bio Star Top shows the best results. The application of the liquid organic fertilizer "Bio Star Top" increases the yield of fresh mass of lettuce most significantly. The leafy application of amino acids had no positive effect on the yield and development of lettuce. The organic fertilizers and preparations used have different effects depending on the way of their application.

Key words: liquid fertilizers, microbial preparations, lettuce.

Увод

Наред с традиционните органични торове напоследък все повече се прилагат и нови органични торове в течено състояние. Те се използват предимно за листно подхранване на растенията, защото освен лесноусвоими хранителни елементи съдържат и биологично активни компоненти. Те имат важно значение за постигане на оптимален хранителен режим.

Изследванията, проведени от Pachev et al. (2008) показват, че течните торове оказват положително влияние върху процесите на листното и кореново подхранване на растенията с цел повишаване на добива и качеството на семената. Употребата на течните торове спомага за по-бързото преодоляване на стресовите състояния от екстремните климатични условия.

Листното подхранване с органичния тор на едногодишна късна пролетна смеска на царевица и бяла лупина влияе положително върху формирането на добивите от фураж (Stoykova et al., 2011г.).

Увеличението на добива от рукола в резултат от приложеното листно подхранване с органичен течен тор "ExtraForce", е около 7,23% във вариантите с ниската норма (100 ml/da) и нараства с увеличаване на торовата норма (300 ml/da) до 19,41% за вариантите с най-високата норма. Подобна тенденция е установена и

за добива от маруля – около 19% за вариантите с ниската норма и нараства последователно с увеличаване на торовата норма до 31% за вариантите с най-високата норма. Торове Ермей и Азарий са развитие на тора „Екстра форс“. (Petkova and Koutev, 2017).

Влиянието на течен органичен тор върху семедобива от пролетен фий (*Viciasativa L.*) оказва положително влияние върху основните структурни елементи на добива, като повишава броя на бобовете (12,85 бр.), броя на семената (57,65 бр.) и теглото на семената в едно растение (3,36 g), както и масата на 1000 семена (60,61 g) при доза на третиране от 0,6 l/da (Pachev, 2013г.).

Целта на изследването е да се установи влиянието на различни течни торове и микробиологични препарати върху развитието и добивите на опитна култура салата.

Материали и методи

Обект на изследването са органични течни торове "Еко Проп", „Биостар Топ“, СтимАК, Азарий“ и „Ермей“.

БИОСТАР ТОП съдържа полезни микроорганизми, млечни ензими и млечно-кисели бактерии и е предназначен за почвено и листно приложение.

ЕКОprop® 4G е микробиален тор в прахообразна формулация. Прилага се почвено, чрез поливане (разтворен във вода) или разпращаване.

СтимАК е многокомпонентен, аминокиселинен тор.

„**Ермей**“ е универсален органичен тор с естествен произход представляващ екстракт от растителна пепел. **Азарий** е универсален течен органичен тор, представляващ екстракт от узрял оборски тор и растителна пепел.

Почвата е Излужена канелена горска почва, характерна за района на Софийското поле, взета е от района на село Равно поле. Тези почви са средни до тежки по механичен състав. Почвената реакция (pH) е средно кисела до слабо кисела.

За установяване влиянието на създадените листни торове е изведен съдов торов опит с тест-култура салата в оранжерията на Лесотехнически университет, София.

Схема на съдов торов опит

1. Контрол;
2. БИОСТАР ТОП;
3. ЕКОprop NX;
4. СтимАК;
5. Ермей;
6. Азарий

Опитът е изведен в 6 повторения и един резервен съд на вариант. Опитната култура е салата (*Lactucasativavar. Romana*), известна още като маруля. Използва се разсад от търговската мрежа. За засаждане са избрани еднакво по размер растения. Засаждано е по една растение в съд от 1 килограм.

За всеки вариант се приготвя работен разтвор според изискването на тора или препарата. В тях, за 5-6 минути, бяха поставени корените на растенията предвидени за съответния вариант. След това растенията са засадени. Половината от съдовете на повторенията бяха обработени листно със Стимак. При прибиране на опита бяха измерени височината и диаметъра на всяко растение и свежата маса на растенията.

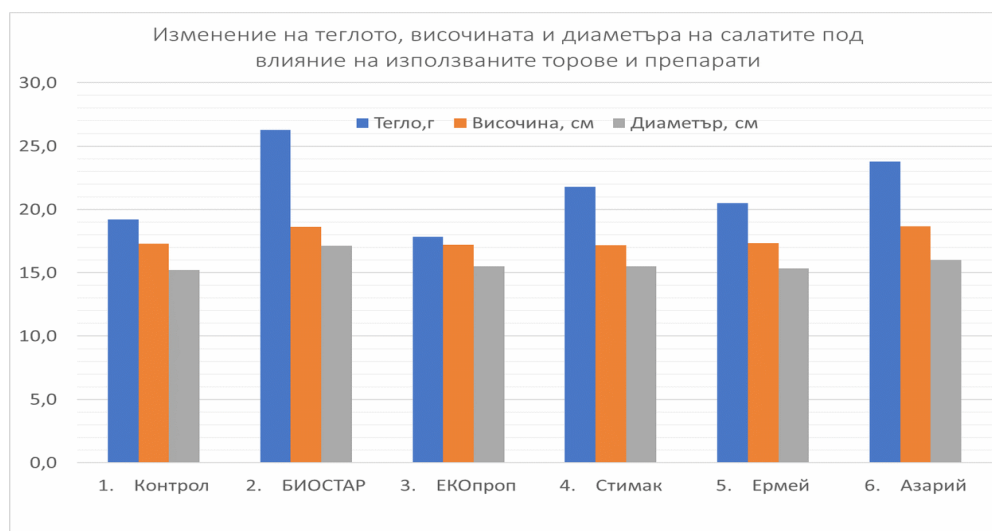
Съдържанието на хлорофила в листата на растенията е измерено в лабораторията по физиология на растенията в ЛТУ. Концентрацията на Chl в листата (mg cm^{-2}) е измерена с преносим хлорофилметър atLEAF+ (FT Green LLC, Wilmington, DE, USA). Уредът atLEAF+ измерва абсорбационната разлика на листата между 660 nm и 940 nm и неговите измервания силно корелират с общото съдържание на Chl (Zhipinova et al., 2020, Zhu et al. 2012, Novichonok et al. 2016).

Съдържанието на нитратиса измерени потенциометрично с помощта на преносима апаратура LAQUA Twin Horibameters на SpectrumtechnologiesInc.

Резултати и обсъждане

От получените резултати на **фиг. 1** наблюдаваме значителна разлика в цялостното тегло на салатите между **Био Стар Топ** и **Контрол** (29.9%). Също така високо увеличение наблюдаваме при **СтимАК** (11.9%) , **Ермей** (6.3%) и **Азарий** (19.7%). **Еко Проп** е с 6.8% по-ниско тегло от това на **Контрол**.

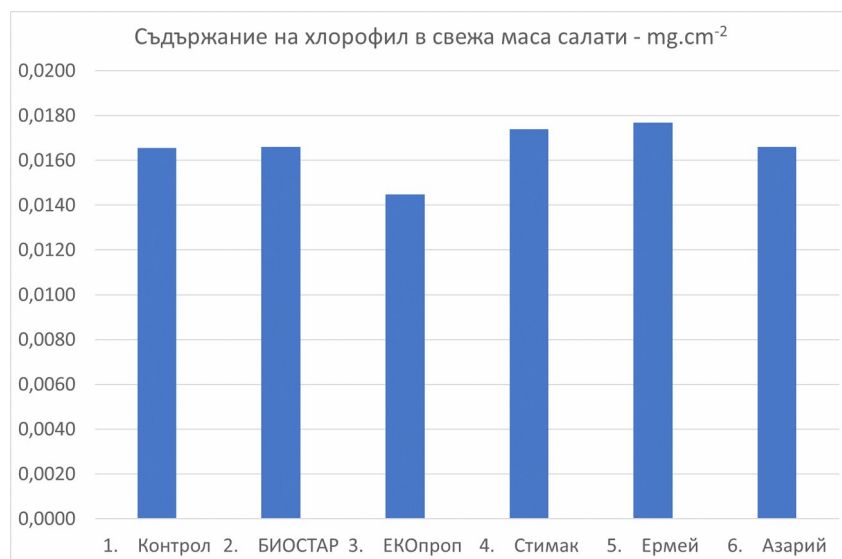
Най-голямата височина наблюдаваме при **Био Стар Топ** и **Азарий** (7.9% по-голяма от този на **Контрол**). **Еко Проп**, **СтимАК** и **Ермей** са наравно с **Контрол** по височина на надземната маса.



Фигура 1. Изменени на тегло, височина и диаметър на салатите под влияние на използваните торове и препарати

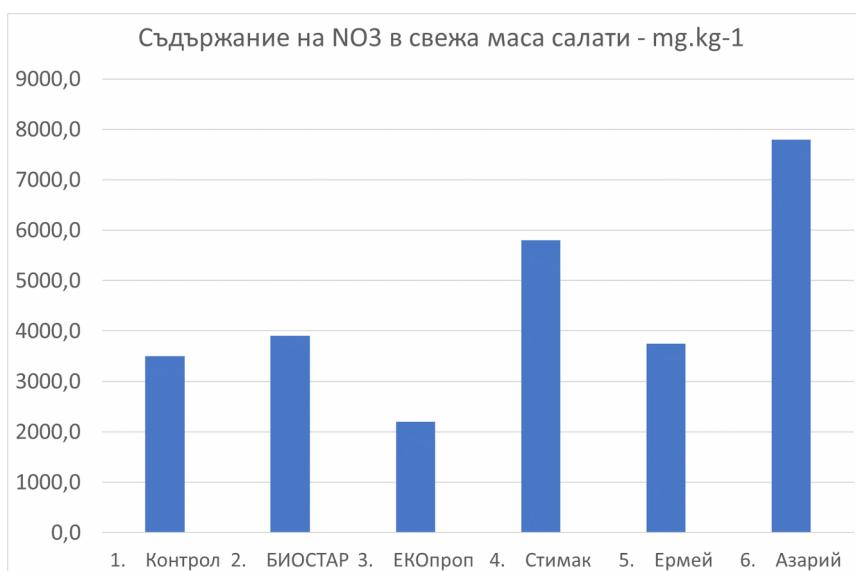
Най-голям диаметър наблюдаваме при **Био Стар Топ** (11.7% по-голям от този на **Контрол**). Всички други течни торове са относително еднакви с този на **Контрол**, с изключение на **Азарий**, който има с 5.6% по-голям диаметър с този на **Контрол**.

На **фиг. 2** виждаме, че съдържанието на **хлорофил** при **Био Стар Топ**, **СтимАК**, **Ермей** и **Азарий** е по-високо отколкото при **Контрол**. Единственото изключение е **Еко Проп**, който има по-ниски стойности (31.4% по-малко от **Контрол**).



Фигура 2. Съдържание на хлорофил в свежа маса - mg.kg⁻¹

На **фиг. 3** са представени резултати за съдържание на нитрати в свежата маса на салатата. Наблюдава се, че при **Азарий** и **СтимАК** - **аминокиселини** имаме значително увеличение на съдържанието на **NO₃**. **СтимАК** - **аминокиселини** е с 42.7% повече от **Контрол**, а **Азарий** е 55% повече от нея. **Еко Проп** е 38% по-малко съдържание на **NO₃** от **Контрол**.



Фигура 3. Анализ на съдържание NO₃ в свежа маса, - mg.kg⁻¹

Таблица 1 показва няколко статистически данни от резултатите за свежа маса на растенията. Основен показател е средната величина, която се използва за оценка на разликите между вариантите. Коефициентите на вариация показват качеството на изследвания и получените резултати. Тъй като те са под 30% можем да смятаме, че изследванията са с много добра точност и получените показатели са основа за достоверност. F-ratio е 4,15743, а P-value=0.0053 на F-теста е по-малко от 0,05, то имаме статистически достоверна разлика между вариантите при 5% точност.

Таблица 1. Основни статистически параметри за растения свежа маса, g

Варианти	Средно	Стандартно отклонение	Коефициент на вариация	Мин	Макс
Аминокиселини	21,7733	3,08167	14,1534%	18,23	26,93
Ермей	20,49	3,36454	16,4204%	15,47	24,2
Biostar TOP	26,2814	4,12412	15,6922%	22,76	33,12
Контрол	19,245	2,31216	12,0143%	15,0	21,7
ECOpop NX	17,8417	2,44526	13,7053%	15,12	21,4
Азарий	23,7917	6,25747	26,3011%	15,32	31,5
Общо	21,6978	4,61284	21,2594%	15,0	33,12

В **таблица 2.** Са показани хомогенните групи в изследванията. Идентифицирани са 3 хомогенни групи сравними в колоната с X. Вариантите при които не се застъпват знаците X са със статистически доказана разлика.

Листната обработка на салатите със Стимак не даде статистически доказана разлика в развитието им.

Таблица 2. Множествен рангов тест по Вариантите
Метод: 95,0 % НМСП

Варианти	Средно	Хомогенни групи
ECOpop NX	17,8417	X
Контрол	19,245	X
Ермей	20,49	XX
Аминокиселини	21,7733	XX
Азарий	23,7917	XX
Biostar TOP	26,2814	X

Изводи и заключения

1. От получените резултати се отчита, че при използването на Азарий има натрупване на NO₃. А по отношение на тегло на свежа маса, тегло на корени и диаметър на салатата Био Стар Топ е най-добрият избор.

2. Течният органичен тор "БИОСТАР ТОП", течните органични торове "Азарий" и "Ермей" повишават добивите от салати при еднократно кореново прилагане. Еднократното прилагане на течния органичен тор „БИОСТАР ТОП“ повишава най-значимо добива на свежа маса от салатата.

3. Листното внасяне на аминокиселини нямаше положително действие върху добива и развитието на салатата.

4. Използваните органични торове и препарати имат различно действие в зависимост от начина на прилагането им.

Литература

- Zhu J., Tremblay N., Liang Y – Comparing SPAD and *atLEAF* values for chlorophyll assessment in crop species. – Can. J. SoilSci. 92: 645-648, 2012
- Novichonok E.V., Novichonok A.O., Kurbatova J.A., Markovskaya E.F.: Use of the *atLEAF+* chlorophyll meter for a nondestructive estimate of chlorophyll content. – *Photosynthetica* 54: 130-137, 2016.
- Zhiponova M.; M. Paunov; S. Anev; N. Petrova; S. Krumova; A. Raycheva; V. Goltsev; N. Tsvetkova; S. Taneva; K. Sapunov; G. Chaneva; *PHOTOSYNTHETICA* 58 (SI): 214-223, 2020 214 Special issue in honour of Prof. Reto J. Strasser – JIP-test as a tool for early diagnostics of plant growth and flowering upon selected light recipe
- Pachev, I. 2013. Study of the influence of the universal liquid fertilizer "MaxGrow" on seed production of spring vetch (*Viciasativa* L.).
- Pachev, I., Kertikov, T., Sabev, V. 2008. Influence of the preparation "Biohumax" on the spring forage pea variety "Pleven 4". *Visnik of Kharkiv National Agrarian University. Dokuchaeva*, No. 4 p. 56
- Petkova, Z., V. Koutev, 2017. Influence of organic liquid fertilizer obtained from the extraction of manure composted with plant residues in the conditions of vegetation experiments, 396 – 397.
- Stoykova M., V. Lingorski, B. Churkova – 2011, Ecologic-economic effect from organic fertilizer using of annual spring late cereal-legume's mixture. *Ikonomika i upravlentie na selskoto stopanstvo* (Bulgarian Journal of Agricultural Economics and Management). 56 (6) pp 38-43.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИ ПОДХОДИ И МЕТОДИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА НАПОИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ

Румен Гаджев

ИПАЗР "Н.Пушкаргов"

Abstract

Energy efficiency is a topical issue. The main objective is to reduce the energy consumed in all public and industrial processes and activities, on the one hand while maintaining or increasing the productivity of the processes, and on the other hand using renewable energy sources to an advantage. Energy is consumed in many ways in the process of agricultural production.

To clarify and analyse the problem of energy and energy efficiency in irrigation systems, the movement of water and its patterns and the conditions under which its transport takes place are considered. In this paper, approaches and dependencies are proposed for investigation by means of analytical relationships that express and include energy consumption components and indicators.

Key words: *irrigation, water flows, velocities of flow.*

Общи положения

Поради климатичните промени и водния дефицит у нас, поливното земеделие е изправено пред сериозно предизвикателство с оглед обезпечаване на необходимите водни обеми за напояване на агро културите. С оглед на това са необходими обследвания и анализи върху състоянието на водопреносната мрежа в хидромелиоративните напоителни системи.

За адекватност на предизвикателствата е необходимо оптимизирано, водоспестяващо и енергоефективно управление на транспортирането и водоподаването, както и рехабилитация на основните елементи на напоителните системи и въобще за усъвършенстване на експлоатацията на хидро инфраструктурата в обработваемите земеделски площи.

Самата водопреносната мрежа при напоителните системи се реализира на основата на два базови принципа – гравитачен принцип и напорно – нагнетателен. В настоящата разработка се визира гравитачния принцип. При използване на гравитачното въздействие се използва открита канална мрежа от облицовани канали с трапецовидно напречно сечение. Предназначението на каналите е да транспортират и доставят определени водни обеми от водоизточника до всички напоителни участъци от системата, респ. до всички консуматори, с минимална загуба на водна маса, т.е. с минимална загуба на приведена употребена енергия за подsigуряване на водните обеми. По дължината на каналната мрежа са разположени хидросъоръжения, които от своя страна извършват самото водоразпределяне в по нискостепенни канали.

За повишаване на енергийната ефективност на напоителната канална мрежа е необходимо ефективно транспортиране на напоителните водни обеми и ефективно водоразпределение и регулиране на водното течение.

Проучване и състояние на проблема

С оглед завишаване на ефективността при откритите канали в напоителните системи следва да се постигне намаляване на загубите на вода поради просмукване през фугите на каналната облицовка, филтрацията през бетоновата облицовъчни

плочи, а понякога и от течове през силно обрушената, а на места и нарушената или липсваща облицовка на иригационната канална мрежа. Понастоящем в нашите напоителни системи загубите на вода достигат до 40 %, при облицованите канали. В някои случаи на определени пасажии по дължина на каналите и особено при водоразпределителните възли, където има покачване на водното ниво поради характерните подприщвания, загубите на вода могат да достигнат и до 50% от обемине в началото на канала. При това положение се реализира загуба на близо половината от вложената енергия по отношение на осигуряването, доставката и транспортирането на проектно необходимите водни обеми, които въобще не могат да бъдат използвани като напоителен обем за агро културите.

Принципното предназначение на каналната мрежа е транспортиране на предвидените водни количества от даден водоизточник до конкретни поливни полета, в определено реално време и с определена продължителност. При транспортирането обаче, водното количество по дължината на каналите се редуцира с дадена величина в зависимост от функционалното (експлоатационното) състояние на конкретния канал. По този начин, от експлоатационна гледна точка, се отчита като загуба на вложена доставна енергия за изначалното осигуряване на необходимите водни обеми за целите на иригационните (напоителните) процеси в дадената напоителна система. Вследствие на това, неоползотворената вложена енергия за доставянето на поливната вода се отчита като загуба на ефективност при поливните процеси.

При експлоатацията на напоителните системи, занижаването на ефективността на каналната мрежа е главно вследствие на намаляване на пропускателната способност (проводимостта) на откритите напоителни канали и загубите на вода при нейното транспортиране чрез тях. Също, реализираният приведен енергоразход при транспортиране на водните количества по каналната мрежа в зависимост от параметрите на откритите канали. От своя страна, доставката на вода в гравитачна напоителна система се извършва от канали или канална мрежа чрез водочерпене от даден водоизточник. Каналите според геометричните си размери и величината на провежданото оразмерително водно количество се класифицират на магистрални, главни, разпределителни и групови, което е условно и съобразно спецификата на системата.

Резултати и препоръки

Водоразпределителната мрежа се състои от участъци, както за транспортиране и акумулиране (складиране) на водните маси, така и за водоразпределителните възли, вкл. с пасажии за подприщителни хоризонти. По - голямата част от каналната мрежа в напоителните системи е с неавтоматизирани водоразпределителни, подприщителни и водовземни съоръжения с регулиращ орган - плосък вертикален савак. Необходимо е да се отбележи че, връзката между параметрите на течението в каналите - главен, второстепенни и др. и експлоатационните хидравличните показатели на съоръженията при водоразпределителния възел и състоянието на течението връзката между отделните съоръжения е от особена важност за ефективното транспортиране и разпределение на поливната вода към агро културите.

По принцип, занижената ефективност е различна за отделните открити канали поради различните техни показатели относно степента на износеност на облицовката, на състоянието на фугите, обрушванията и откъртванията по облицовката и др. и затова загубите на вода са различни за всеки отделен канал. Такова редуциране на подадените водни количества се отразява негативно и на самите транспортно- разпределителни процеси и затова е удачно да се изрази посредством показател за енергоефективност наречен енергиен показател. С

помощта на такъв показател може да се изрази способността на даден канал да транспортира и да водоразпределя дадено водно количество с по-голяма или по-малка загуба на вода и се представя със зависимостта:

$$K = \frac{\Delta Q}{Q_{\text{пр}}}$$

където: $Q_{\text{пр}}$ е подаденото проектно водно количество в началото на разглеждания канал от водоизточника;

ΔQ е загубеното водно количество на определена дължина от канала;

Всъщност такъв енергиен показател изразява загубата на вода при единица транспортирано водно количество за единица дължина и според дължината на дадения канал да се отчете приведения енергоразход от водните загуби за целия канал.

За намаляване на загубите от вложената енергия и за осигуряване и доставка на водата до поливните площи посредством каналната мрежа е необходимо да се предвидят съвкупност от дейности свързани със саниране, ремонтно строителство и експлоатация, както и със самото поддържане извън поливния сезон на каналите и съоръженията по тях, които са силно амортизирани (фиг.1). Като такива могат да се визират следните:

- използване при строителството на облицовките на бетонови добавки за водонепропускливост;
- саниране на каналните фуги с прилагане на водоплътни фугиращи смеси и материали;
- плочно саниране на каналната облицовка при площни откъртвания и обрушвания;
- почистване на каналите от наносни отложения след експлоатационни сезон, както и от твърди материали и листна маса в началото на следващия поливен сезон;
- ремонт и обслужване на механизмите на водоразпределителните съоръжения;

Също така, при експлоатацията и по - конкретно при водоразпределението на предвидените водни количества, обичайно се реализира завишено подприщване (повдигане) на водното ниво в каналите, излишно акумулиране и задържане на големи водни маси, намаляване скоростта на течението, увеличаване времето за транспортиране, засилване на процесите на утаяване и затлачване, увеличаване на разходите за почистване на каналите, увеличават се загубите на вода от филтрация и просмукване, създават се условия за затревяване, увеличаване се грапавината на леглото, вследствие на което се намалява пропускната способност на канала, създават се условия част от предвидените поливни площи да получат занижени или ненавременни поливни обеми вода.

По тези причини, при самия водоразпределителен процес, е необходимо да се установи за дадения водоразпределителен възел състоянието на течението в канала и състоянието на регулиращите елементи на съоръжението което подава вода в страничния канал и на съоръжението което регулира нивото в главния канал, при които състояния се подава необходимото странично водно количество при минимално водно ниво в главния канал.



Фигура 1. Водоразпределително съоръжение с амортизиран регулиращ механизъм

При така определеното водоразпределение, се създава оптимална степен на подприщване на свободната водна повърхност на формираното неравномерно течение, при което се създава достатъчния напор съобразно пропускната способност на съответното водоразпределящо съоръжение, т.е. при минимизиран подприщителен напор се получава енергоефективно водоразпределение.

Изводи

Енергийната ефективност на напоителните системи зависи в голяма степен от енергийната ефективност на каналната мрежа и съоръженията за водоразпределение и регулиране на течението и водните количества.

Значимо влияние относно повишаване на енергийната ефективност оказва водоразпределението на напоителната вода. За постигане на тази цел е необходимо да се обслужват и ремонтират периодично водоразпределителните механизми и самите съоръжения на които са монтирани.

Литература

1. Агроскин И.И. и др., 1957, Гидравлика, Госенергоиздат, М.
2. Гаджев Р., Й. Герински, 2017, Методика за определяне на началните водни количества на канали с различни геометрия и загуби на вода при тяхната експлоатация, Сб.докл. междун. конф. на УАСГ, 5-7 ноември, УАСГ, София.
3. Френкель Н., Гидравлика, Госенергоиздат, М., 1956.
4. Lencastre A., 1969, Manuel d'hydraulique generale, Eurolles, Paris.

ПОСТЕРНА СЕСИЯ
(РЕЗЮМЕ)

POSTER SESSION
(ABSTRACT)

ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ
(РЕЗЮМЕ)

ВЛИЯНИЕ НА БИОВЪГЛЕН В КОМБИНАЦИЯ С АЗОТНО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ОБЕМНАТА ПЛЪТНОСТ И ПОРЪОЗНОСТТА НА АЛУВИАЛНО ЛИВАДНА ПОЧВА

Милена Митова*, Мартин Ненов, Светла Русева

ИПАЗР „Н. Пушкиров“, София
e-mail: milenaluch@abv.bg

Резюме

При условията на леко до средно песъчливо-глинеста Алувиално-ливадна почва от ОП Цалапица през периода 2019-2021 г. е изведен полски експеримент с царевица за проучване на изменението на обемната плътност, относителната плътност и порьозността на почвата под влияние на комбинирано внасяне на биовъглен от дъбови кори (0, 5 и 10 t/ha) с азотно торене (130 и 260 t/ha). Установено е статистически значимо намаляване на обемната плътност и увеличаване на общата порьозност при комбинирано внасяне на биовъглен с азотен тор.

Ключови думи: Алувиално-ливадна почва, биовъглен, азотно торене, обемна плътност, относителна плътност, порьозност.

Благодарности

Тази разработка е финансирана от Национален фонд „Научни изследвания“, Министерство на образованието и науката, проект: № KP 06-H26/7 (2018–2022).

IMPACT OF BIOCHAR COMBINED WITH NITROGEN FERTILIZATION ON BULK DENSITY AND POROSITY OF FLUVISOL

Milena Mitova*, Martin Nenov, Svetla Rousseva

ISSAPP „N. Poushkarov“, Sofia
e-mail: milenaluch@abv.bg

Abstract

Field experiment with corn was carried out on sandy loam Fluvisol at the experimental field Tsalapitsa in the period 2019-2021, to study the modifications in bulk density, particle density and porosity of the soil under the influence of combined amendment of biochar of oak bark at (0, 5 and 10 t/ha) with nitrogen fertilization (130 and 260 t/ha). Statistically significant decrease in bulk density and increase in total porosity was found as a result of amendment of biochar combined with nitrogen fertilizer.

Key words: Fluvisol, biochar, nitrogen fertilization, soil bulk density, soil particle density, soil porosity.

Acknowledgements

This work was supported by the National Science Fund (NSF), Ministry of Education and Science, Sofia, Bulgaria, project: № KP 06-H26/7 (2018–2022).

ВЛИЯНИЕ НА БИОВЪГЛЕН В КОМБИНАЦИЯ С АЗОТНО ТОРЕНЕ ВЪРХУ УСТОЙЧИВОСТТА НА ПОЧВЕНАТА СТРУКТУРА НА АЛУВИАЛНО ЛИВАДНА ПОЧВА

Милена Митова, Мартин Ненов, Светла Русева

ИПАЗР „Н. Пушкиров“, София
e-mail: milenaluch@abv.bg

Резюме

При условията на леко до средно песъчливо-глинеста Алувиално-ливадна почва от ОП Цалапица през периода 2019-2021 г. е изведен полски експеримент с царевица за проучване на изменението на устойчивостта на почвената структура под влияние на комбинирано внасянето на биовъглен от дъбови кори при 400°C (0, 10 и 20 t/ha) с азотно торене (130 и 260 kg/ha). Установено е значително и статистически значимо нарастване на водоустойчивите агрегати с размер 3-1 mm и почвения слой 0-40 cm както на втората, така и на третата година от внасяне на 5 t/ha биовъглен с 130 kg/ha азотен тор. При тази норма на азотно торене, внасянето на 10 t/ha биовъглен е с по-силен ефект през втората, спрямо третата година от внасянето му. Подобни закономерности се наблюдават и при вариантите с 260 kg/ha азотен тор, но ефектът от прилагането на биовъглен е значим само на третата година от внасянето на 5 t/ha. Водоустойчивостта на почвената структура, оценена чрез индекса за водоустойчивост (S_d/S_w), показва подобни тенденции както и останалите изследвани структурни показатели.

Ключови думи: Алувиално-ливадна почва, биовъглен, азотно торене, структура на почвата, водоустойчивост на почвените агрегати.

Благодарности

Тази разработка е финансирана от Национален фонд „Научни изследвания“, Министерство на образованието и науката, проект: № КР 06-H26/7 (2018–2022).

IMPACT OF BIOCHAR COMBINED WITH NITROGEN FERTILIZATION ON SOIL STRUCTURE STABILITY OF FLUVISOL

Milena Mitova, Martin Nenov, Svetla Rousseva

*ISSAPP „N. Poushkarov“, Sofia
e-mail: milenaluch@abv.bg*

Abstract

Field experiment with corn was carried out on sandy loam Fluvisol at the experimental field Tsalapitsa in the period 2019-2021, to study the modifications in soil structure stability under the influence of combined amendment of biochar of oak bark at 400°C (0, 10 and 20 t/ha) with nitrogen fertilization (130 and 260 kg/ha). Important and statistically significant increase in water-stable aggregates of size 3-1 mm in the soil layer 0-40 cm was found in both the second and third year of amending 5 t/ha of biochar with 130 kg/ha of nitrogen fertilizer. At this rate of nitrogen fertilization the introduction of 10 t/ha of biochar has a stronger effect in the second compared to the third year of its introduction. Similar regularities are observed with 260 kg/ha nitrogen fertilizer, but the effect of biochar application was significant only in the third year of introduction 5 t/ha. The water resistance of the soil structure evaluated by the water resistance index (S_d/S_w), shows similar trends as the rest of the studied structural indicators.

Key words: Fluvisol, biochar, nitrogen fertilization, soil structure, water stability of soil aggregates.

Acknowledgements

This work was supported by the National Science Fund (NSF), Ministry of Education and Science, Sofia, Bulgaria, project: № KP 06-H26/7 (2018–2022).

ИНТЕНЗИВНОСТ НА ПОЧВЕНАТА ЕРОЗИЯ ВЪВ ВОДОСБОРА НА РЕКА СЕДЕЛСКА

Ели Павлова-Трайкова

*Институт за гората – Българска академия на науките
e-mail: pavlova.eli77@gmail.com*

В световен мащаб екосистемите са повлияни от промените в климата, антропогенните дейности и редица други локални фактори, които най-често водят до тяхната деградация и влошаване на способността им да изпълняват определени функции. През последните години в резултат на тези промени и последиците от тях е намаляла водозадържащата способност на дървесната растителност, повишил се е риск от наводнения и ерозия.

Ерозията на почвата се счита за един от основните фактори за деградация на почвите и е екологичен проблем, който се наблюдава на територията на цялата ни страна. По тази причина изследването на факторите, които влияят на ерозията и установяването на нейната интензивност е от основно значение за прилагане на подходящи стопански практики.

Изследването представя част от резултатите получени от комплексно проучване на ерозионните процеси във водосбора на река Седелска. Интензивността на ерозията е изчислена чрез използване на компютърно-графичният модел IntEro, в който е вграден метода на Гаврилович.

Получените резултати показват интензивна ерозия в част териториите около основното течение и значителни по количество годишни почвени загуби.

Ключови думи: ерозия, IntEro, река Седелска.

SOIL EROSION INTENSITY IN THE WATERSHED OF THE SEDELSKA RIVER

Eli Pavlova-Traykova

*Forest Research Institute - Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: pavlova.eli77@gmail.com*

On a global scale, ecosystems are affected by climate changes, anthropogenic activities, and many other local factors, which most often lead to their degradation and deterioration of their ability to perform certain functions. In recent years, as a result of these changes and their consequences, the water-holding capacity of tree vegetation has decreased, and the risk of floods and erosion has increased.

Soil erosion is considered one of the main factors of soil degradation and is an ecological problem that is observed throughout our country. For this reason, the study of the factors that influence erosion and the establishment of its intensity is of fundamental importance for the application of appropriate economic practices.

The study presents part of the results obtained from a complex study of the erosion processes in the Sedelska River watershed. Erosion intensity was calculated using the IntEro computer graphics model, which incorporated the Gavrilovich method.

The obtained results show intense erosion in some areas around the mainstream and considerable annual soil losses.

Key words: soil erosion, IntEro, Sedelska River.

OPTIMIZATION OF THE OPERATING PARAMETERS IN THE DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN ENVIRONMENTAL SAMPLES BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY

Olga Veleva¹, Nikolaya Velitchkova¹, Metody Karadjov¹, Elka Pentcheva¹, Serafim Velichkov², Nonka Daskalova²

¹ *Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia*

² *Institute of General and Inorganic Chemistry, Sofia*
e-mail: niaveli@geology.bas.bg

ОПТИМИЗИРАНЕ НА РАБОТНИТЕ УСЛОВИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЛЕДИ ОТ ЕЛЕМЕНТИ В ПРОБИ ОТ ОКОЛНАТА СРЕДА ЧРЕЗ ОПТИЧНА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА

Олга Велева¹, Николая Величкова¹, Методи Караджов¹, Елка Пенчева¹, Серафим Величков², Нонка Даскалова²

¹ *Геологически институт, Българска Академия на науките, София*

² *Институт по обща и неорганична химия,
Българска Академия на науките, София*

Abstract

Among the instrumental methods for the determination of trace elements, inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) is a very powerful multi-element analysis of a wide variety of environmental sample types especially able to detect a large number of elements at threshold concentration levels for a different type of samples. For the determination of trace elements in environmental materials a radial viewing high resolution 40.68 MHz inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) was applied. The analytical performance was evaluated in terms of the Mg II/Mg I ratio, matrix effects, and detection limits. The magnesium line intensity ratio Mg II 280.270 nm / Mg I 285.213 nm (Mg II / Mg I) was measured to evaluate the robustness of the plasma operating conditions. In order to achieve the lowest detection limits in the presence of "pure" and in complex matrices an optimization of the operating conditions was conducted. Generally, the following parameters must be taken into account: incident applied power, nebulizer gas flow rate and observation height. In the present investigations the operating conditions were affected by different constant and variable parameters: incident power, carrier, and sheathing gas flow rates. The type of plasma excitation conditions from non-robust, semi-robust and robust were varied in accordance to minimize the detection limits in the determination of trace elements by using the selected prominent lines with different spectral characteristics in the presence of "pure" and in complex environmental matrices. The lowest possible detection limits were achieved.

DETERMINATION OF WATER RETENTION OF DEGRADED SOILS AFTER THEIR MODIFICATION WITH FOREST WASTE-BIOCHAR, VERMICOMPOST, AND DIVERGAN®

Katarzyna Szewczuk-Karpisz¹, Milena Kercheva², Agnieszka Tomczyk¹, Tsvetina Paparkova², Vincent J. M. N. L. Felde³

¹ *Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland*

² *Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection 'N. Poushkarov', Agricultural Academy, Shosse Bankya str., 7, Sofia 1080, Bulgaria, mkercheva@abv.bg*

³ *Institute of Soil Science, Chair of Soil Biophysics, Leibniz University Hannover, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover, Germany*

Soil degradation is distortion of one or more of soil physical, chemical or biological properties. It leads to reduction of the biological activity of soil, quantity and quality of crops, and even to a complete loss of arable land. Degraded soil retains low content of water and has a reduced biodiversity. Both natural and anthropogenic factors are responsible for soil degradation. Water retention of soil is the main hydraulic property regulating its functions and management. It controls plant growth and acts as a buffer against flooding. Many soil amendments were proposed to increase the soil water retention including natural (bentonite, zeolite) and synthetic (biochar, composites) ones.

In this work, the modification of two degraded soils was carried out with the use of the forest waste-biochar, vermicompost, and Divergan®. The effects of these additives on water retention characteristics of Eutric Cambisol (S1) (Poland) and of eroded Epicalic Chernozem (S2) (Bulgaria) were measured. The water retention was determined at different matric potentials using a suction type apparatus, a soil moisture extractor (Soilmoisture equipment, Corp.), the water vapor adsorption method, as well as with a TDR/MUX/mpts device (ETEST SP. Z O.O.) which measures simultaneously the water suction and the volumetric water content during the process of evaporation. The biochar, vermicompost, and Divergan® were used at a dose of 1%.

The modification of degraded soils depends specifically on their properties and of the additives. The increase of water adsorption of the Eutric Cambisol (S1) due to its modification was not followed by an increase in water retained at lower suctions which explains the lack of an effect on plant available water capacity. The finer textured Epicalic Chernozem was positively influenced by the vermicompost and the Divergan. The Divergan caused expansion of both soils during wetting and hence decreasing of soil bulk density and of volumetric water content. The applied dose of biochar did not influence the water retention properties of the Epicalic Chernozem and increased only the adsorption properties of the Eutric Cambisol.

Key words: *soil amendments, soil water retention properties.*

Acknowledgements

The work was partially financed by the National Science Fund under the 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').

ВОДОЗАДЪРЖАЩА СПОСОБНОСТ НА ДЕГРАДИРАЛИ ПОЧВИ С ДОБАВЕН БИОВЪГЛЕН, ВЕРМИКОПОСТ И DIVERGAN®

Катаржина Шевчук-Карпиш¹, Милена Керчева², Агниешка Томшук¹, Цветина Папаркова², Винсент Дж. М. Н. Л. Фелде³

¹ *Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland*

² *Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията 'Н. Пушкин', Селскостопанска Академия, ул. «Шосе Банкя» 7, София 1080, e-mail: mkercheva@abv.bg*

³ *Institute of Soil Science, Chair of Soil Biophysics, Leibniz University Hannover, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover, Germany*

Почвената деградация е резултат от влошаване на физични, химични или биологични почвени свойства. Тя води до намаляване на водозадържащата способност на почвата, ограничаване на биологичната активност, количеството и качеството на културите и до загуби на обработваеми земи. Както природни, така и антропогенни фактори могат да доведат до почвена деградация. Водозадържащата способност на почвата е основно хидрологично свойство, което регулира функциите на почвата. Тя е от съществено значение за развитие на растенията и служи като буфер срещу наводнения. Различни почвени подобрители са използвани за подобряване на водозадържащата ѝ способност, както природни материали (бентонит, зеолит), така и синтезирани (биовъглен, композити и др.).

В настоящото изследване две деградирани почви са модифицирани чрез добавяне на биовъглен, произведен от дървесни отпадъци, вермикопост и Divergan®. Изследван е ефекта на тези добавки върху водозадържащата способност на Eutric Cambisol (S1) (Полша) и средно ерозиран Epicalic Chernozem (S2) (България). Водозадържащата способност е определена при различен матричен потенциал чрез капилариметър с висящ воден стълб, с вакуумна камера, екстрактор с керамични филтри, преса на Ричардс с целофанова мембрана (Soilmoisture equipment), метод на адсорбция на водни пари, както и чрез TDR/MUX/mps апарат (ETEST SP. Z O.O.) за едновременно измерване на матричния потенциал и обемната влажност в процес на изпарение. Биовъгленът, вермикопостът и Divergan® са приложени в доза 1% от почвата.

Измененията в третираните почви зависи специфично от техните свойства и тези на добавките. Повишаването на адсорбционните свойства на Eutric Cambisol (S1) не е съпроводено с нарастване на водозадържащата ѝ способност при ниски потенциали, което обяснява липсата на ефект върху усвояемия воден капацитет. По-финочастичната Epicalic Chernozem се влияе положително от приложените вермикопост и Divergan. Добавянето на Divergan предизвиква разширяване на двете почви при навлажняване и съответно намаляване на обемната плътност и обемната влажност. Приложената доза биовъглен не влияе върху водозадържащата способност на Epicalic Chernozem и увеличава само адсорбционните свойства на Eutric Cambisol.

Ключови думи: почвени добавки, водозадържаща способност на почвата.

Благодарности

Част от изследването е финансирано от Фонд Научни Изследвания по договор КП-06 Н 46/1 2020.

ТОРЕНЕТО И ПОЛИВНАТА НОРМА КАТО ФАКТОРИ, ОПРЕДЕЛЯЩИ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ЛИКОПЕН В ПЛОДОВЕ НА ДОМАТИ (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Емил Димитров, Иванка Митова, Весела Петрова

ИПАЗР „Н. Пушкиров“, София, ССА

Резюме

В изследването са представени резултати от изведен опит през 2020г със средно ранен детерминантен сорт домати „Николина F1“, върху излужена канелена горска почва. Във фаза стопанска зрялост на домати е установено влиянието на изпитваните фактори- поливна норма и нарастващо минерално торене върху синтеза на общи багрила и ликопен. Синтезът на антиоксиданти е повлиян силно от температурните условия през опитната година. Опитните резултати показват, че при двете изпитвани поливни норми (50 и 100% ППВ) най- високо съдържание на ликопен в плодовете от домати във фаза стопанска зрялост е отчетено при торене с N20P12K20. Осредненото съдържание на ликопен при плодовете на растенията с 50%ППВ е по- високо от това на домати при 100% ППВ. С нарастване на поливната норма от 50 на 100% ППВ се увеличава и процентното участие на ликопена в синтеза на багрилата, за сметка на β - каротена. С нарастване на торовата норма, нараства и процентното съдържание на ликопена спрямо β -каротена. През 2020г синтеза на ликопен е повлиян основно от приложеното торене- 88,39%.

FERTILIZATION AND IRRIGATION RATE AS FACTORS DETERMINING THE CONTENT OF LYCOPENE IN TOMATO FRUITS (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Emil Dimitrov, Ivanka Mitova, Vesela Petrova

ISSAPP “N. Poushkarov”, Agricultural Academy

Abstract

The research presents the results of an experiment carried out in 2020 with a medium-early determinant tomato variety "Nikolina F1", on leached cinnamon forest soil. In the stage of economic maturity of tomatoes, the influence of the tested factors - irrigation rate and increasing mineral fertilization - on the synthesis of common dyes and lycopene was established. The synthesis of antioxidants was strongly influenced by the temperature conditions during the experimental year. Experimental results show that at the two irrigation rates tested (50 and 100% PPV), the highest lycopene content in tomato fruits in the stage of economic maturity was recorded when fertilized with N20P12K20. The average lycopene content of the fruits of plants with 50% PPV is higher than that of tomatoes at 100% PPV. As the irrigation rate increases from 50 to 100% PPV, the percentage participation of lycopene in the synthesis of dyes increases, at the expense of β -carotene. As the fertilizer rate increases, the percentage of lycopene to β -carotene also increases. In 2020, the synthesis of lycopene was mainly influenced by the applied fertilization - 88.39%.

ИЗСЛЕДВАНЕ АГРЕСИВНОСТТА НА ИЗОЛАТИ ОТ PHOMOPSIS/DIAPORTHE HELIANTHI MUNT. -CVET ET AL. ВЪРХУ СЛЪНЧОГЛЕД ПРИ ПОЛСКИ УСЛОВИЯ

Мария Петрова, Нина Ненова

Добруджански Земеделски институт-гр. Генерал Тошево
e-mail: maria.petrovaa.1994@gmail.com

Фомопсисът или Сивите петна по слънчогледа с телеморф *Diaporthe helianthi* и анаморф *Phomopsis helianthi* е една от икономически важните болести по слънчогледа в световен мащаб. Заболяването е установено през 70-те години в бивша Югославия и от тогава гъбата се е разпространила широко към съседните държави. В Европа е регистрирано намаляване на добива до 40%, а масленото съдържание с до 15-20 %. Напоследък се появиха описания на други видове от този род (*D. gulyae*, *D. kongii*, *D. Masireviciand*, *D. novem*) като фитопатогени по слънчогледа, но те са слабо проучени у нас.

В настоящото проучването са включени 30 изолата от *Phomopsis helianthi*, които са събрани от различни региони на страната. Изпитването е проведено при полски условия като са тествани един хибрид слънчоглед (Деведа) и един сорт слънчоглед (Фаворит). Растенията са инокулирани във фаза край на бутонизация-начало на цъфтеж по метода на сламката. Резултатите са отчетени десет дни след заразяването. Измерена е площта на лезиите по стъблата на растенията.

От изследваните 30 изолата, най-висока агресивност при сорт Фаворит показва само един, който е от групата открити в района на ДЗИ. При седем от изолатите не се наблюдават признаци на инфекция по стъблата на растенията.

Резултатите от инокулирането на растения от хибрид Деведа показват висока агресивност на три от изолатите, открити съответно в района на ДЗИ и Русе. При заразяване с останалите изолати се наблюдава умерена до слаба агресивност.

От получените данни се вижда, че съществуващата вариация в агресивността на изолатите възпрепятства намирането на гени за устойчивост за дадения патоген.

Ключови думи: *Phomopsis helianthi*, агресивност, изолати, фомопсис, слънчоглед.

STUDY ON THE AGGRESSIVENESS OF ISOLATES OF *PHOMOPSIS/DIAPORTHE HELIANTHI* MUNT. - CVET ET AL. ON SUNFLOWER UNDER FIELD CONDITIONS

Maria Petrova, Nina Nenova

Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo
e-mail: maria.petrovaa.1994@gmail.com

Sunflower gray spots with telemorph *Diaporthe helianthi* and anamorph *Phomopsis helianthi* is one of the economically important diseases of sunflowers worldwide. The disease was established in the 1970s in the former Yugoslavia, and since then the fungus has spread widely to neighboring countries. In Europe, the losses caused by the pathogen amount to 40% of the productivity, and to 15-20% of oil content. Recently, there have been descriptions of other species of this genus (*D. gulyae*, *D. kongii*, *D. Masireviciand*, *D. novem*) as phytopathogens of sunflowers, but they have been poorly studied in our country.

The study involved 30 isolates of *Phomopsis helianthi*, which were collected from different regions of the country. The test was carried out under field conditions, with one sunflower hybrid (Deveda) and one sunflower cultivar (Favorit) being tested. The plants were inoculated at the beginning of flowering using the Straw method. Results were read 14 days after infection.

From 30 investigated isolates, the highest aggressiveness in the Favorite cultivar is shown by only one, which is from the group found in the DZI region. Seven of the isolates showed no signs of infection on plant stems.

The results of the inoculation of Deveda hybrid plants showed high aggressiveness of three of the isolates found in the DZI and Ruse regions, respectively. When infected with the other isolates, moderate to weak aggressiveness is observed.

Key words: *Phomopsis helianthi*, aggressiveness, isolates, *Phomopsis*, sunflower.

РАЗВИТИЕ НА СЛЪНЧОГЛЕД ВЪВ ВЕГЕТАЦИОНЕН ОПИТ ПОД ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИ КОМБИНАЦИИ НОРМИ И МИНЕРАЛНИ ТОРОВЕ

Ана Кацарова, Илияна Герасимова, Милена Харизанова, Мартин Ненов

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
"Н. Пушкиров", Селскостопанска Академия
e-mail: anichrankina@gmail.com*

Резюме

Изследването е проведено в условията на съдов експеримент с почва – излужена смолница, тест култура средно ранен хибрид Слънчоглед (*Helianthus annuus* L.) – Sumiko HTS с цел да се оцени ефектът от взаимодействието на различни комбинации норми и торове (азотни, фосфорни, калиеви и силициеви). Експериментът включва 15 варианти на торене и контрола, в три повторения. Получени са данни за височината на растенията на 34-ия, 47-ия, 57-ия и 67-ия ден от началото на вегетацията, както и теглото на свежата биомаса от надземната част и корените в отбелязаните срокове от развитието на културата. Според получените експериментални данни, изследваните показатели са повлияни значително от приложеното торене. Оптимално вегетативно развитие до фаза бутонизация на слънчогледа е постигнато при вариантите $N_{400}P_{160}K_{140}Si_{800}$ и $N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$. Статистическият анализ потвърждава, че нормата от 200 mg N/съд, 140 mg K/съд в комбинация с 800 mg Si/съд е най-подходяща за растежа на слънчогледа.

Ключови думи: *норми на торене, азотни, фосфорни, калиеви и силициеви торове, темп на нарастване на биомасата на слънчоглед.*

SUNFLOWER GROWTH IN A POT EXPERIMENT UNDER DIFFERENT COMBINATIONS OF NORMS AND FERTILIZERS

Ana Katsarova, Iliyana Gerassimova, Milena Harizanova, Martin Nenov

*Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,
Agricultural Academy
e-mail: anichrankina@gmail.com*

Abstract

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) represents an important oil crop and may have a certain production potential under optimal input conditions. The study was conducted in a pot experiment with soil types – Pellic Vertisol, with the aim to evaluate the effect of different norms and combinations of nitrogen, phosphorus, potassium, and silicon fertilizers and to estimate their impact on the vegetative development of the medium-early hybrid Sunflower (*Helianthus annuus* L.) – Sumiko HTS. The experiment included 15 fertilization treatments and one control variant, with three replications. Data was obtained on the height of the plants on the 34th, 47th, 57th and 67th day, from the beginning of the vegetation, as well as weights of fresh biomass from the above ground part and roots. According to the obtained experimental data, the agronomic characteristics were affected significantly by treatments. The optimal vegetative development to the budding phase was reached in the variants - $N_{400}P_{160}K_{140}Si_{800}$ and $N_{200}P_0K_{140}Si_{800}$, were those in which plant development was more favorably influenced by the applied fertilization. The analysis confirmed that the norm of 200 mg N/ pot, 140 mg K/pot in combination with 800 mg Si/ pot in both soil types, was the most appropriate for the growth of sunflower.

Key words: *fertilization rates, nitrogen, phosphorus, potassium and silicon fertilizers, growth rate of sunflower biomass.*

ВЛИЯНИЕ НА РОТАЦИЯТА НА КУЛТУРИТЕ ВЪРХУ ИЗНОСА НА АЗОТ С ЛИЗИМЕТРИЧНИТЕ ВОДИ В УЯЗВИМИ ЗОНИ

Цецка Симеонова, Люба Ненова, Мая Бенкова, Мартин Ненов

Институт по Почвознание, Агротехнологии и Защита на растенията
“Н.Пушкаргов”, ул. „Шосе Банкя“ № 7, 1331 София, Селскостопанска Академия
e-mail: ceccka_simeonova@abv.bg

Резюме

Известно е, че промените в климата поставят функционирането на агроecosистемите при високи нива на биотичен и абиотичен стрес, и се отразяват съществено върху земеделското производство в световен мащаб. Смята се, че сеитбообръщенията са един от начините за адаптиране на селското стопанство към изменението на климата в сравнение с монокултурното отглеждане. Целта на изследването е да се проследи влиянието на редуване на културите царевица-пшеница върху поведението, съдържанието и износа на азот извън коренообитаемия почвен слой.

Проведено е изследване на опитно поле Цалапица, Пловдивско върху Алувиално-ливадна почва (Fluvisol). В опита в полско сеитбообращение (царевица-пшеница) се изпитват три варианта с нарастващи норми на азот и фосфор, които се сравняват с вариант без торене. През 2020 г., е отглеждана царевица за зърно (*Zea mays*, L.,) FAO group 310, с норми на торене ($T_0N_0P_0$, $T_1N_{12}P_8$, $T_2N_{16}P_{12}$, $T_3N_{20}P_{16}$). През периода 2020/2021 година е отглеждана пшеница, (*Triticum aestivum* L.), със следните варианти на торене - ($T_0N_0P_0$; $T_1N_{10}P_6$; $T_2N_{14}P_{10}$; $T_3N_{18}P_{14}$). Схемата на опита е съобразена с предварително монтирани лизиметрични устройства тип Ебермайер, на дълбочина 0-100 см от повърхността на почвата. Изчислен е обемът на лизиметричните води, анализирано е съдържанието на азот и износът му с инфилтрат.

Установено е, че след вегетацията на царевица обемът на лизиметричните води достига до 75,95 l.m², докато след пшеница, полученият дренаж е около 2,5-3 пъти по-нисък. Съдържанието на азот в зависимост от нормите на торене след царевица е в диапазона от 10,8 до 37,5 mg.l⁻¹, а при пшеница в границите от 8,73 до 23,58 mg.l⁻¹. Износите на елемента с дренажният отток с първата култура са съответно – 0,56-2,85 kg.da⁻¹, а при пшеницата – 0,12-0,63 kg.da⁻¹. Установява се, че при отглеждане на култури със слята повърхност, износът на нитратен азот извън коренообитаемия почвен слой се редуцира значително.

Ключови думи: износ на азот, сеитбообръщение, инфилтрат.

EFFECT OF CROP ROTATION ON LEACHING OF NITROGEN WITH THE LYSIMETRIC WATERS IN VULNERABLE AREAS

Tsetska Simeonova, Lyuba Nenova, Maya Benkova, Martin Nenov

*N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,
7 Shosse Bankya str., 1331 Sofia, Bulgaria, Agricultural Academy
e-mail: cecka_simeonova@abv.bg*

Abstract

It is known that climate change put the functioning of agro-ecosystems under high levels of biotic and abiotic stress, and significantly affect agricultural production worldwide. It is considered that crop rotations to be one way for adaptation of agriculture to the climate change in compared to monoculture cultivation. The aim of the research was to investigate the effect of a maize-wheat rotation on the behavior, content and losses of nitrogen outside the root soil layer.

A study was carried out on an experimental field Tsalapitsa, Plovdiv region on Fluvisol. In a field rotation experiment (maize-wheat), three treatments with increasing rates of nitrogen and phosphorus were tested and compared with a no-fertiliser treatment. In 2020, grain maize (*Zea mays*, L.) FAO group 310, was grown with fertilizer rates ($T_0N_0P_0$; $T_1N_{12}P_8$; $T_2N_{16}P_{12}$; $T_3N_{20}P_{16}$). In the period 2020/2021, wheat, (*Triticum aestivum* L.), was grown with the following fertilizer variants - ($T_0N_0P_0$; $T_1N_{10}P_6$; $T_2N_{14}P_{10}$; $T_3N_{18}P_{14}$). The field plots were equipped with modification of Ebermayer type of lysimeters, which collect water from 100 cm depth of soil profile. The volume of lysimetric waters was calculated, the nitrogen content and its leaching was analyzed.

It was found that after the maize vegetation, the volume of lysimetric waters reached 75.95 l.m², while after the wheat, the resulting drainage was about 2.5-3 times lower. The nitrogen content, depending on the fertilization rates after maize, ranged from 10.8 to 37.5 mg.l⁻¹, and for wheat from 8.73 to 23.58 mg.l⁻¹. The losses of the element with drainage runoff with the first crop were respectively – 0.56-2.85 kg.da⁻¹, and with wheat – 0.12-0.63 kg.da⁻¹. It was established that when grown cereal crops, the losses of nitrate nitrogen out of the root zone was significantly reduced.

Key words: *nitrogen leaching, crop rotation, infiltrate.*

ВЛИЯНИЕ НА МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ С N, P, K И Si В ПОЛСКИ ОПИТ С ЦАРЕВИЦА НА ИЗЛУЖЕНА СМОЛНИЦА

Люба Ненова

ИПАЗР „Н. Пушкиров“, 1080, София, ул. „Шосе Банкя“, 7
e-mail: lyuba_dimova@abv.bg

Резюме

Балансираното минерално торене е предпоставка за оптимално развитие на земеделските култури с минимален негативен ефект върху околната среда. Целта на настоящото изследване беше да се определи влиянието на торене с азот (N), фосфор (P), калий (K) и силиций (Si) върху добива и височината на растенията от царевица (*Zea mays* L.) - средно ранен хибрид „P-8834“, 310 от групата на ФАО (FAOSTAT, 2019), в условията на полски опит върху Излужена смолница (Haplic vertisol). Височината на растенията се променя доказано под въздействие на приложеното торене, като най-силно вариране на данните има във фаза 11-12-и лист, когато се формират общо 7 хомогенни класа. С най-голяма височина са растенията във вариантите B₄ (N₂₀₀P₁₆₀K₁₂₀Si₁₄), B₆ (N₂₀₀P₈₀K₂₄₀Si₂₈) и B₈ (N₂₀₀P₁₆₀K₂₄₀Si₁₄), което откроява водещата роля на торенето с азот в норма N₂₀₀ при формиране на биомасата. Многофакторният анализ потвърждава въздействието на азота, калия и силиция върху формирания добив от царевица, като най-много за дисперсията в опита допринася силицият – 24,18%, следван от калия – 20,45% и азота – 16,15%. Най-високи добиви са отчетени при вариантите B₆ (N₂₀₀P₈₀K₂₄₀Si₂₈) и B₇ (N₁₀₀P₁₆₀K₂₄₀Si₂₈), съответно 11762,8 kg.ha⁻¹ и 13042,3 kg.ha⁻¹, при които увеличението спрямо контролата е повече от два пъти.

Ключови думи: царевица, азотни, фосфорни, калиеви и силициеви торове, добив, височина, Излужена смолница.

EFFECT OF FERTILIZATION WITH N, P, K AND SI IN A FIELD EXPERIMENT WITH MAIZE ON HAPLIC VERTISOL

Lyuba Nenova

ISSAPP “N. Poushkarov”, 1080 Sofia, 7 Shosse Bankya Str.
e-mail: lyuba_dimova@abv.bg

Abstract

Balanced mineral fertilization is a precondition for optimal development of agricultural crops with a minimal negative effect on the environment. The aim of the present study was to determine the effect of fertilization with nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and silicon (Si) on the yield and plant height of maize (*Zea mays* L.) - medium early hybrid “P-8834”, 310 of the FAO group (FAOSTAT, 2019) in a field experiment on Haplic vertisol. The height of the plants is significantly influenced by the applied fertilization, with the strongest data variation occurring in the 11-12th leaf phase, when a total of 7 homogeneous groups were formed. The greatest height of maize plants was observed in variants - B₄ (N₂₀₀P₁₆₀K₁₂₀Si₁₄), B₆ (N₂₀₀P₈₀K₂₄₀Si₂₈) and B₈ (N₂₀₀P₁₆₀K₂₄₀Si₁₄), where the leading role of nitrogen (with the higher norm N₂₀₀) was distinguished. The multifactorial analysis confirmed the impact of nitrogen, potassium and silicon on the formed maize grain yield, with silicon contributing the most to the variance in the experiment - 24.18%, followed by potassium - 20.45% and nitrogen - 16.15%. The highest yields were reported in variants B₆ (N₂₀₀P₈₀K₂₄₀Si₂₈) and B₇ (N₁₀₀P₁₆₀K₂₄₀Si₂₈) - 11762.8 kg.ha⁻¹ and 13042.3 kg.ha⁻¹, respectively, with more than two times increasing compared to the control.

Key words: maize, nitrogen, phosphorus, potassium and silicon fertilizers, yield, height, Haplic vertisol.

ASSESSMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF WATER REPELLENT SOIL PROFILES OF TECHNOSOLS FROM MARITSA-IZTOK OPEN-CAST COAL MINE IN BULGARIA

Plamen Ivanov, Irena Atanassova*, Martin Banov, Ivaylo Kirilov

*Agricultural Academy, N. Poushkarov Institute for Soil Science,
Agrotechnology and Plant Protection, 7 Shosse Bankya Str., 1331 Sofia, Bulgaria*

** e-mail: i.d.atanassova@abv.bg*

Abstract

The paper compares physical and chemical characteristics of technogenic soil profiles at coal mine spoil from Maritsa-Iztok Mines. Sites with coniferous vegetation and without vegetation were selected. Brief comparison was made between physicochemical characteristics of studied soil profiles and those from other mine spoils. Relations with previous studies are also provided. The technogenic soil profiles have high cation exchange capacity and organic carbon content. Soil water repellency was measured and its correlation with studied soil characteristics of the Technosols was established. The water drop penetration time (WDPT) decreases sharply after heating of extremely hydrophobic soil samples. Before heating it correlates significantly with exchangeable cations of aluminium ($R^*_{WDPT-AI} = 0.863$) in the soil profile under pine and less with hydrogen in the profile without vegetation ($R_{WDPT-H8.2} = 0.409$). In the pine site, significant correlation was also found between the WDPT and the total organic carbon ($R^*_{WDPT-TOC} = 0.711$) as well as with fulvic organic carbon ($R^*_{WDPT-FOC} = 0.824$). In the non-vegetated soil profile, the correlation is significant with the fraction of unextracted organic carbon ($R^*_{WDPT-Cunextr.} = 0.644$).

Key words: *Technosols, soil physical characteristics, soil chemical characteristics, soil hydrophobicity.*

Acknowledgements

This work was supported by the National Science Fund (NSF), Ministry of Education and Science, Sofia, Bulgaria, project: DN 06/1 (2016-2019).

ОЦЕНКА НА ФИЗИЧНИ И ХИМИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРОФИЛИ НА ТЕХНОГЕННИ ПОЧВИ С ПОЧВЕНА ВОДОНЕПРОПУСКЛИВОСТ ОТ РАЙОНА НА МИНИ МАРИЦА-ИЗТОК, БЪЛГАРИЯ

Пламен Иванов, Ирена Атанасова*, Мартин Банов, Ивайло Кирилов

*Селскостопанска Академия, Институт по почвознание,
агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров”
ул. Шосе Банкя 7, София 1331, България
* e-mail: i.d.atanassova@abv.bg*

Резюме

Публикацията представя сравнение на физичните и химичните характеристики на Техногенни почвени профили от минни насипища след въгледобив от района на Мини Марица-изток. Изследвани са участъци с иглолистна растителност и без растителност. Направено е кратко сравнение между физико-химичните характеристики на изследваните почвени профили с тези от други минни насипища. Установено е, че Техногенните почви имат висок сорбционен капацитет и високо съдържание на органичен въглерод. Измерена е почвената водонепропускливост на профилите и е установена нейната корелацията с изследваните почвени характеристики на Техногенните почви. След лабораторно нагряване на екстремно хидрофобните почвени проби времето на проникване на водната капка (ВПК) намалява рязко. Установена е корелация между ВПК и обменния алуминий ($R^*_{\text{WDPT-AI}} = 0.863$) в почвения профил под бор и по-слаба корелация с водорода в профила без растителност ($R_{\text{WDPT-H8.2}} = 0.409$) преди нагряване на почвените проби. В участъка под бор е установена също корелация между ВПК с общото количество на органичен въглерод ($R^*_{\text{WDPT-TOC}} = 0.711$) и фракцията на фулвокиселините ($R^*_{\text{WDPT-FOC}} = 0.824$). В почвения профил без растителност ВПК корелира с неекстрахирувания органичен въглерод ($R^*_{\text{WDPT-Cunextr.}} = 0.644$).

Ключови думи: Техногенни почви, физични характеристики, химични характеристики, почвена водонепропускливост.

Благодарности

Тази разработка е финансирана от Национален фонд „Научни изследвания“, Министерство на образованието и науката, проект: ДН 06/1 (2016-2019).



**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 4

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
2023