



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
2025



**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 6**

PROCEEDINGS

**OF THE SCIENTIFIC FORUM WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
“ECOLOGY AND AGROTECHNOLOGIES –
FUNDAMENTAL SCIENCE AND PRACTICAL REALIZATION”
Volume 6**

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

**НАУЧНОГО ФОРУМА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
„ЭКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ –
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ”
Том 6**

София
Sofia
2025

ISSN 2683-0663 (on-line)



Funded by the European Union under
Grant agreement ID 101091268



Сборникът включва доклади, изнесени на научен форум

„ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ – БИЗНЕС МОДЕЛИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ЗДРАВЕТО НА ПОЧВАТА”, проведен на 5-6 декември 2024 год.

Форумът е организиран от ИПАЗР „Никола Пушкарров“ в сътрудничество с Нов български университет, Научно-техническия съюз на специалистите от земеделието и Българското почвоведско дружество.

Проведен е под патронажа на Председателя на Селскостопанска академия проф. д-р Виолета Божанова и е посветен на международния ден на почвата 5 декември и 150 годишнината от рождението на Никола Пушкарров, основоположник на почвената наука в България.

Докладите са рецензирани и представят резултати от изследвания по трите основни направления на ИПАЗР „Никола Пушкарров“ (почвознание, механизация и хидромелиорации, растителна защита) и насоките на Нов български университет за бизнес модели за здравето на почвата.

Форумът е проведен с финансовата подкрепа на научно-изследователски проект NOVASOIL „Иновативни бизнес модели за здравето на почвата”, HORIZON 2020 research and innovation action, with Grant agreement No. 101091268, funded under the HORIZON 2020 program of the European Commission.



ПОЧВЕН МУЗЕЙ „Н. ПУШКАРОВ”

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията Н. Пушкаргов,
ССА, София, България

N. Poushkarov Soil Museum

N. Pouskarov Institute of Soil Science, Agrotehнологies and Plant Protection,
Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria

ПОЧВЕННЫЙ МУЗЕЙ ИМЕНИ Н. ПУШКАРОВА

Институт почвоведения, агротехнологий и защиты растений, имени Н. Пушкаргова,
ССА, София, Болгария



ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председатели: проф. дн Ирена Атанасова, ИПАЗР „Никола Пушкиров“
проф. д-р Димитър Николов, Нов български университет

Зам. председатели:

Доц. д-р Гергана Кунчева, ИПАЗР „Никола Пушкиров“
Проф. д-рн Божидар Георгиев, НТССЗ
Доц. д-р Бисер Христов, БПД
Гл. ас. д-р Екатерина Цветанова, НБУ

Членове:

проф. д-р Стефан Доер, Университет Суонзи, Великобритания
проф. д-р Мишел Боер, АпаЕЕ, Франция
проф. д-р Христос Пасхалидис, Гърция
проф. д-р Кристиан Хаджиев, НБУ, България
проф. д-р Иван Боевски, НБУ, България
проф. дн инж. Мартин Банов, ИПАЗР, България
проф. д-р Методи Теохаров, ИПАЗР, България
проф. дн инж. Снежан Божков, ИПАЗР, България
проф. д-р Милена Керчева, ИПАЗР, България
доц. д-р Мариана Христова, ИПАЗР, България
доц. д-р Здравка Петкова, ИПАЗР, България
доц. д-р Ценко Въчев, ИПАЗР, България
доц. д-р Теодора Ризова, НБУ, България
гл. ас. д-р Ваня Банкова, НБУ, България

Техн. секретари:

гл. експерт Тоня Попова
гл. експерт Пенка Костадинова
гл. експерт Силвия Петрова

НАУЧЕН КОМИТЕТ

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

Членове:

проф. д-р Елена Тодоровска, ССА
проф. дн Александър Садовски, ИПАЗР
проф. д-р Светла Русева, ИПАЗР
проф. д-р Радка Донкова, ИПАЗР
проф. д-р Екатерина Филчева, ИПАЗР
проф. д-р Венета Кръстева, ИПАЗР
проф. д-р Тома Шишков, ИПАЗР
доц. д-р Женья Илиева, ИПАЗР
доц. д-р Маргарита Николова, ИПАЗР
доц. д-р Пламен Иванов, ИПАЗР
доц. д-р Цеца Симеонова, ИПАЗР
доц. д-р Люба Ненова, ИПАЗР
доц. д-р Христо Вълчовски, ИПАЗР
доц. д-р инж. Весела Петрова, ИПАЗР
гл.ас. д-р Красимир Констанаров, НБУ
гл.ас. д-р Кристина Тодорова, УНСС

ORGANIZING COMMITTEE

Chairs: Prof. DSc Irena Atanassova, Director of ISSAPP “Nikola Poushkarov”
Prof. Dr. Dimitre Nikolov, New Bulgarian University

Deputy Chairs:

Assoc. Prof. Dr. Gergana Kuncheva, ISSAPP
Prof. DSc Bozhidar Georgiev, STUSA
Assoc. Prof. Dr. Biser Hristov, BSSS
Assist. Prof. Dr. Ekatherina Tzvetanova, NBU

Members:

Prof.Dr. Stefan Doerr, Swansea University, United Kingdom
Prof.Dr. Michel Boer, AnaEE, France
Prof. Dr. Hristos Pashalidis, Greece
Prof. Dr. Kristian Hadzhiev, NBU, Bulgaria
Prof. Dr. Ivan Boevski, NBU, Bulgaria
Prof. DSc Eng. Martin Banov, ISSAPP, Bulgaria
Prof. Dr. Metodi Teoharov, ISSAPP, Bulgaria
Prof. DSc Eng. Snezhan Bozhkov, ISSAPP, Bulgaria
Prof. Dr. Milena Kercheva, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Mariana Hristova, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Zdravka Petkova, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Tsenko Vatchev, ISSAPP, Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Teodora Rizova, NBU
Chief Assist. Prof. Dr. Vanya Bankova, NBU

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. Radka Donkova, ISSAPP
Prof. Dr. Ekaterina Filcheva, ISSAPP
Prof. Dr. Veneta Krasteva, ISSAPP
Prof. Dr. Toma Shishkov, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Zhenya Ilieva, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Margarita Nikolova, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Plamen Ivanov, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Tsetska Simeonova, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Lyuba Nenova, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Hristo Valchovski, ISSAPP
Assoc. Prof. Dr. Eng. Vesela Petrova, ISSAPP
Assist. Prof. Dr. Krasimir Konstenarov, NBU
Assist. Prof. Dr. Kristina Todorova, UNWE

СЪДЪРЖАНИЕ

CONTENT

СОДЕРЖАНИЕ

WELCOME ADDRESS ON THE OPENING OF SCIENTIFIC FORUM WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION “ECOLOGY AND AGROTECHNOLOGIES – FUNDAMENTAL SCIENCE AND PRACTICAL REALIZATION – BUSINESS MODELS FOR IMPROVING SOIL HEALTH”, dedicated to the World Soil Day, 5th of December, and the 150th anniversary of the birth of the founder of Soil Science in Bulgaria Nikola Poushkarov, by the Director of Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,
Prof. DSc Irena Dimitrova Atanassova.....

14

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

PLENARY REPORTS

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

100 ГОДИНИ ПОЧВОЗНАНИЕ В БЪЛГАРСКИТЕ УНИВЕРСИТЕТИ

Бисер Христов, Маргарита Мондешка, Петко Божков, Мима

Тодорва.....

17

INVENTORY OF INCENTIVES APPLIED IN SOME EU COUNTRIES IN TERMS OF SOIL HEALTH PRACTICES FOR THE PERIOD 2014-2022

Dimitre Nikolov, Ivan Boevsky, Martin Banov, Ekatherina Tzvetanova, Krasimir Kostenarov.....

28

75 ГОДИНИ НАУКА ЗА МЕХАНИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО В БЪЛГАРИЯ

Снежан Божков, Георги Костадинов, Иван Мортев, Юрий Енакиев, Тодор

Пеняшки, Емануел Бадриков, Любомир Асенов.....

31

OUR SCIENTISTS WERE AHEAD OF THEIR TIME

Alexander Sadovski.....

43

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ (ПЪЛЕН ТЕКСТ)

ORAL REPORTS (FULL PAPER)

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ (ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)

THE AGRO-FOOD SECTOR OF GREECE. THE EXISTING SITUATION AND PROSPECTS

Christos Paschalidis, Dimitrios Petropoulos, Dimitrios Paschalidis, Stavros Sotiropoulos, Marina Giannatou, and Antonia Koriki.....

55

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДИСТАНЦИОННИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЧРЕЗ БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ ЗА НАБЛЮДЕНИЕ НА ВЕТРОВА ЕРОЗИЯ

Августа Степчич, Кристиан Кирилов.....

58

ОЦЕНКА НА ПОЧВИТЕ И ГЕОПРОСТРАНСТВЕНАТА ДИНАМИКА ПРИ РЕКУЛТИВАЦИЯТА НА СГУРООТВАЛ „СЕДМИ СЕПТЕМВРИ“ Кристиян Панайотов	63
ИЗСЛЕДВАНЕ ВАРИАЦИИТЕ НА ИЗХОДНОТО НАПРЕЖЕНИЕ НА АЛТЕРНАТОРИ В ЗЕМЕДЕЛСКАТА И ТРАНСПОРТНАТА ТЕХНИКА Свилен Стоянов, Стелияна Христова, Тодор Йовев	71
ПРИЛОЖЕНИЕ НА БИОИНОКУЛАНТИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА КОЛИЧЕСТВОТО И КАЧЕСТВОТО НА РАСТИТЕЛНАТА ПРОДУКЦИЯ ОТ ЛИМЕЦ (<i>Triticum toposossut</i> L.) ПРИ АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА Йонита Перфанова, Христо Вълчовски, Веселинка Петрова, Гургана Кунчева, Лев Трибис	79
ЛИСТНОТО ТОРЕНЕ КАТО ЕСТЕСТВЕН ИНСЕКТИЦИД, ФУНГИЦИД И ПОЧВЕН ПОДОБРИТЕЛ Марин-Теодор Насър	85
ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОПТИЧНА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕТО НА РЕДКИ И РАЗСЕЯНИ ЕЛЕМЕНТИ Николая Величкова, Олга Велева, Методи Караджов	91
СЪДЪРЖАНИЕ НА ЦЕЗИЙ-137 В ПОЧВЕНИ ПРОБИ ОТ ОБЛАСТ ХАСКОВО И КЪРДЖАЛИ, ЮЖНА БЪЛГАРИЯ Милена Христовова, Радослава Лазарова, Иванка Йорданова	107

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

NOVASOIL PROJECT SESSION. DECISION SUPPORT TOOL FRAMEWORK FOR SOIL HEALTH BUSINESS MODELS Dimitre Nikolov, Ivan Boevsky, Martin Banov, Ekatherina Tzvetanova, Krasimir Kostenarov, Kristina Todorova	114
ПОЧВЕНИТЕ РЕСУРСИ В ЮЖЕН ЦЕНТРАЛЕН РАЙОН НА БЪЛГАРИЯ: ГРАНИЦИ МЕЖДУ ЗДРАВЕ И ДЕГРАДАЦИЯ Мариана Христова	118
ИНТЕГРИРАНЕ НА САТЕЛИТНИ И НАЗЕМНИ ДАННИ ЗА КОМПОНЕНТИ НА ВОДНИЯ БАЛАНС НА ПОЧВАТА И РАСТИТЕЛНАТА ПОКРИВКА В СИМУЛАЦИОННИ МОДЕЛИ Гургана Кунчева, Милена Керчева, Виктор Колчаков, Десислава Ганева, Лъчезар Филчев, Златомир Димитров, Атанас Атанасов, Маргаритка Филипова, Пламена Николова, Мартин Ненов, Илиана Иванова, Галин Гинчев, Петър Николов, Катерина Донева, Цеца Симеонова, Милена Митова, Мария Иванова, Цветина Папаркова, Йонита Перфанова, Лев Трибис, Мартин Банов	119

ОЦЕНКА НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА МОДЕЛА ИНДЕКС ЗА КАЧЕСТВОТО НА ВОДИТЕ (WQI) В РАЙОН ОТ ЗАПАДНА БЪЛГАРИЯ Цецка Симеонова, Люба Ненова	121
ANALYSIS OF THE RESULTS FROM THE SOIL RESTORING STRATEGIES IMPLEMENTATION - EXPERIMENTAL FIELDS OF THE INSTITUTE OF FRUIT GROWING, PLOVDIV, BULGARIA Irina Staneva, Vanya Akova, Stefan Gandeov, Viktor Kolchakov, Martin Banov, Dimitre Nikolov, Ivan Boevsky, Ekatherina Tzvetanova, Krasimir Kostenarov	123
СИМУЛИРАНЕ НА ВЛАЖНОСТНИЯ РЕЖИМ НА СРЕДНОЕРОЗИРАН КАРБОНАТЕН ЧЕРНОЗЕМ С МОДЕЛА SWAT ПРИ РОТАЦИЯ ПШЕНИЦА-ЦАРЕВИЦА Милена Митова, Милена Керчева, Гергана Кунчева, Виктор Колчаков	125
ДИНАМИКА НА НАТРУПВАНЕ АБСОЛЮТНО СУХА БИОМАСА ПРИ ЦАРЕВИЦА В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПРИЛОЖЕНИ НОРМИ НА ТОРЕНЕ С АЗОТ, ФОСФОР, КАЛИЙ И СИЛИЦИЙ НА АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА Миладин Назарков, Илиана Герасимова	127
NEMATODE COMMUNITIES IN COARSE TEXTURED SOILS Zhenya Ilieva, Iliyan Iliev, Desislava Serkedzhieva	129
 ПОСТЕРНА СЕСИЯ (ПЪЛЕН ТЕКСТ) POSTER SESSION (FULL PAPER) ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ (ПОЛНЫЙ ТЕКСТ) 	
APPLICATION OF "TRAFFIC ORACLE" SOFTWARE PACKAGE IN THE ASSESSMENT OF Cd AND Pb CONTAMINATION OF ROADSIDE SOIL Dafinka Pangarova, Ekaterina Serafimova	131
DETERMINATION OF IRRIGATION RATE FOR SESAME (<i>Sesamum indicum</i> L.) RELATED TO CLIMATE CHANGES St. Stamatov, I. Stamatov, M. Petrova	137
ВЛИЯНИЕ НА НОРМИТЕ НА ТОРЕНЕ И ВРЕМЕТО НА ВНАСЯНЕ НА КАЛИЕВ НИТРАТ ВЪРХУ ДИНАМИКАТА НА РАСТЕЖ И ЛИСТООБРАЗУВАНЕ ПРИ ОРИЕНТАЛСКИЯ ТЮТЮН Ивко Стаматов, Станислав Стаматов	144
СТОПАНСКИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ОРИЕНТАЛСКИЯ ТЮТЮН В ЗАВИСИМОСТ ОТ ВРЕМЕТО НА ВНАСЯНЕ И НОРМИТЕ НА ТОРЕНЕ С КАЛИЕВ НИТРАТ Ивко Стаматов, Станислав Стаматов	151
ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИТЕ НОРМИ НА МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ ВЪРХУ РАСТЕЖНИТЕ ПРОЯВИ НА ИНТЕНЗИВНО ЯБЪЛКОВО НАСАЖДЕНИЕ, ОТГЛЕЖДАНО ПРИ ВОДОСПЕСТЯВАЩИ ТЕХНОЛОГИИ Антоанета Гигова	158

СРАВНИТЕЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖДУ ДОБИВ И БИОМЕТРИЧНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПАТЛАДЖАН СОРТ "БЪЛГАРСКИ 12", ОТГЛЕЖДАН ПРИ КАПКОВО НАПОЯВАНЕ ЗА РАЙОНА НА СОФИСКОТО ПОЛЕ Анна Рачова	163
ПОДАТЛИВОСТ НА ПОЧВИТЕ КЪМ ДЕФЛАЦИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ГРАД ТРЪСТЕНИК, ОБЛАСТ ПЛЕВЕН Августа Степчич	171
EFFECT OF NITROGEN AND MAGNESIUM FERTILIZER ON NITRATE ACCUMULATION IN THE PLANT PARTS OF POTATO (<i>Solanum tuberosum</i>) VARIETY SPUNTA Christos Paschalidis, Victor Kavvadias, Stavros Sotiropoulos, Antonia Koriki	174
EFFECT OF FERTILIZER TREATMENTS ON THE NUTRITION OF YOUNG OLIVE TREES IN CALCAREOUS AND NON-CALCAREOUS SOIL SUBSTRATES Stavros Sotiropoulos, Christos Chatzisavvidis, Ioannis E. Papadakis, Victor Kavvadias, Christos Paschalidis, Chrysovalantou Antonopoulou, Antonia Koriki	179
EFFECT OF FERTILIZER TREATMENTS ON CALCAREOUS AND NON-CALCAREOUS SOIL SUBSTRATES Stavros Sotiropoulos, Christos Chatzisavvidis, Ioannis E. Papadakis, Victor Kavvadias, Christos Paschalidis, Chrysovalantou Antonopoulou, Sotirios Kyriakopoulos	185
ПОЛЕЗАЩИТНИ ГОРСКИ ПОЯСИ В ДОБРУДЖА И ВЛИЯНИЕТО ИМ ВЪРХУ ПРИЛЕЖАЩИТЕ ЗЕМЕДЕЛСКИ ЗЕМИ Стелияна Христова	191
ЕМИСИИ НА CO ₂ И N ₂ O ОТ ПОЧВАТА ПРИ ДЪЛГОГОДИШНО МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ, В УСЛОВИЯТА НА ДЕГРАДИРАЛ ЧЕРНОЗЕМ Гергана Кунчева, Галин Гинчев, Петър Николов	196
PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF CAMBISOLS FROM VITOSHA MOUNTAIN (BULGARIA) Biser Hristov, Kameliya Petrova, Pavel Pavlov, Bilyana Grigorova-Pesheva	205
FEASIBLE LOW-CARBON PRACTICES IN ORDER TO IMPLEMENT THE MAIN STRATEGIES AND PROGRAMS OF THE EUROPEAN UNION IN THE AGRICULTURAL SECTOR, TO ACHIEVE THE OBJECTIVES OF THE EUROPEAN UNION IN THE FIELD OF CLIMATE UNTIL 2050 AND OF THE REGULATION OF THE EUROPEAN UNION ON THE ELIMINATION OF CARBON EMISSIONS AND CERTIFICATION OF CARBON AGRICULTURE Aleksandr Trifonov, Jechko Iordanov	211
КОМБИНИРАНА МАШИНА ЗА ФОРМИРАНЕ НА ВИСОКА ДЪГООБРАЗНА ЛЕХА, ПОЛАГАНЕ НА МАРКУЧИ ЗА КАПКОВО НАПОЯВАНЕ И МУЛЧИРАЩО ФОЛИО Спиридон Стоев, Иван Мортев	218

КЛАСИФИКАЦИЯ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА ТЕРМИЧНО РАЗЛАГАНЕ НА
ДЪРВЕСИНА

Крум Станчев..... 225

ОПТИМИЗИРАНЕ НА КАПКОВОТО ПОКРИТИЕ НА РОТАЦИОНЕН
РАЗПРЪСКВАЧ С ХИДРАВЛИЧНО ЗАДВИЖВАНЕ ЗА ЕКОЛОГОСЪОБРАЗНА
РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА

Елена Димитрова, Иван Мортев, Благой Еленов, Георги Костадинов..... 231

ВЛИЯНИЕ НА ВОДНИЯ И ХРАНИТЕЛЕН РЕЖИМ ВЪРХУ ДИАМЕТЪРА И
ТЕГЛОТО НА ПЛОДОВЕ ОТ БЯЛА ЯГОДА

Елена Грънчарова, Петя Иванова, Благой Еленов, Елена Димитрова..... 243

ТРИМОДУЛНА СИСТЕМА ЗА РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА В ОРАНЖЕРИИ

Иван Мортев..... 250

ТЕОРЕТИЧНИ ПРЕДПОСТАВКИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ПРЕНОСИМА
ХИДРАВЛИЧНА ДВУБАРАБАННА ЛЕБЕДКА ПРИ ДОБИВ НА
ДРЕБНОРАЗМЕРНА ДЪРВЕСИНА В ОТГЛЕДНИ СЕЧИ

Ю. И. Енакиев, К. Г. Стефанов, Т. П. Крумов..... 256

INVESTIGATING OPTIMAL CONDITIONS FOR HIGHEST BIOSYNTHESIS OF
SURFACTANTS BY *STREPTOMYCES* 2265

**Ivo Ganchev, Lev Tribis, Veselin Pankov, Vasil Hristov, Apostol Tododrov,
Tsvetan Valev, Radostina Georgieva..... 263**

BIOSURFACTANT BY *STREPTOMYCES* SSP.: STRUCTURAL FEATURES

**Ivo Ganchev, Lev Tribis, Veselin Pankov, Vasil Hristov, Apostol Tododrov,
Tsvetan Valev, Radostina Georgieva..... 269**

MAIN PREREQUISITES FOR USING ELECTROPHYSICAL FIELDS TO PURIFY
VEGETABLE OILS

**P. I. Osadchuk, Y. I. Enakiev, D. A. Domuschi, K. A. Sheyda Golbad,
T. A. Revenyuk..... 276**

ВЪРХУ ОРАЗМЕРИТЕЛНИТЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ ТРЪБОПРОВОДИТЕ ЗА
КАПКОВО НАПОЯВАНЕ

Румен Гаджев..... 283

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

ЗАСОЛЕНИТЕ ПОЧВИ КАТО ИЗТОЧНИК НА НОВИ АНТИМИКРОБНИ
ВЕЩЕСТВА. УРОК ОТ ХАЛОФИЛНИТЕ БАКТЕРИИ

**Калоян Берберов, Николина Атанасова, Николай Крумов, Иванка
Бояджиева..... 287**

FERTILITY VARIATION IN VERTISOLS AND FLUVISOLS UNDER DIFFERENT
FERTILIZATION SYSTEMS - EXPERIMENTAL FIELDS OF ISSAPP „NIKOLA
POUSHKAROV” IN SOFIA AND PLOVDIV REGIONS

Mariana Hristova, Ana Katsarova..... 289

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SUPPORTING RESEARCHERS Plamen Tomov	290
DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN MATRICES WITH VARIOUS COMPOSITIONS BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY (ICP-OES) STRENGTHS AND LIMITATIONS Olga Veleva, Nikolaya Velitchkova, Metody Karadjov, Serafim Velichkov, Nonka Daskalova	292
NATURAL RADIOACTIVITY OF SOIL AND VOLCANIC ASH ON LIVINGSTONE ISLAND, ANTARCTICA Milena Hristozova, Radoslava Lazarova, Ivanka Yordanova, Viktoria Nedyalkova	293
ENVIRONMENTAL EFFECTS OF RADIATION, 13 YEARS AFTER THE FUKUSHIMA NUCLEAR ACCIDENT Milena Hristozova, Yoshifumi Wakiyam, Kenji Nanba	295
THERMAL PROPERTIES OF CHERNOZEMS AS A RESULT OF AGRICULTURAL PRACTICES FOR MITIGATION OF AGROECOLOGICAL RISKS Katerina Doneva, Milena Kercheva, Gergana Kuncheva, Viktor Kolchakov, Plamena Nikolova	297
INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS AND <i>BEAUVERIA BASSIANA</i> STRAINS ON THE SOIL MICROBIOTA OF LEACHED CHERNOZEM (ROUSSE REGION) DURING BEAN CULTIVATION Tsvetelina Metodieva, Ana Katsarova, Tsvetina Paparkova, Miladin Nazarkov, Iliana Ivanova, Ralitsa Gavrilova, Hristo Valchovski	299
ANALYSIS OF THE RESULTS FROM THE SOIL RESTORING STRATEGIES IMPLEMENTATION - BOZHURISHTA EXPERIMENTAL FIELD Viktor Kolchakov, Martin Banov, Irena Atanassova, Veneta Krasteva, Dimitre Nikolov, Ivan Boevsky, Ekatherina Tzvetanova, Krasimir Kostenarov	301
LAND EVALUATION OF AGRICULTURAL LANDS IN THE REGION OF STARA ZAGORA, BULGARIA FOR GROWING CULTIVATED HAZELNUT (<i>CORYLUS AVELLANA</i> L.) Zornitsa Mitreva, Ivanka Lyubenova, Maria Ivanova, Irena Atanassova	303
INCREASING THE DURABILITY OF WEARING PARTS AND WORKING ELEMENTS OF AGRICULTURAL TECHNIQUES AND EQUIPMENT THROUGH ELECTRIC SPARK AND GAS FLAME COATING Georgi Kostadinov, Todor Penyashki, Elena Dimitrova, Ivan Morteve, Blagoj Elenov	305
CREATION OF A NEW TYPE OF COATINGS WITH INCREASED HARDNESS, WEAR RESISTANCE AND TRIBO-EFFICIENCY FOR AGRICULTURAL EQUIPMENT THROUGH ELECTRIC SPARK AND GAS FLAME COATING Todor Penyashki, Georgi Kostadinov	306

EFFECT OF LOCATION OF IRRIGATION DRIP PIPE UNDER DIFFERENT IRRIGATION REGIMES ON YIELD OF BULGARIAN SORT GARLIC Vesela Petrova-Branicheva, Emil Dimitrov, Antoaneta Gigova	307
BIOECOLOGICAL AND PLANT SOCIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DESIGNED WILDFLOWER MEADOWS IN URBAN ENVIRONMENT Maria Hristova	309
IMPACT OF SEED PRODUCTION ON SOIL FUNCTIONS: INSIGHTS FROM THE NOVASOIL PROJECT SEMINAR IN ESTONIA Merili Toom, Mart Laugis, Tiina Köster, Kerttu Tammik, Kalvi Tamm, Taavi Võsa	311

**WELCOME ADDRESS ON THE OPENING OF SCIENTIFIC FORUM WITH
INTERNATIONAL PARTICIPATION**

**“ECOLOGY AND AGROTECHNOLOGIES – FUNDAMENTAL SCIENCE AND
PRACTICAL REALIZATION – BUSINESS MODELS FOR IMPROVING SOIL HEALTH”**

**Dedicated to the World Soil Day, 5th of December,
and the 150th anniversary of the birth of the founder of Soil Science in Bulgaria
Nikola Poushkarov**

**By Prof. DSc Irena Dimitrova Atanassova, Director of Nikola Poushkarov Institute of
Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection**

YOUR excellencies, Dear guests and Colleagues,

*On behalf of the **management board** of Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, I welcome you to the 11th celebration of the World Soil Day by our Institute and to the 6th edition of our conference ECOLOGY AND AGROTECHNOLOGIES – FUNDAMENTAL SCIENCE AND PRACTICAL REALIZATION – and this year, apart from our partners, the Agricultural Academy, the Bulgarian Society of Soil Science, and the Federation of Scientific and Technical Unions in Bulgaria, we are joining our efforts for celebration with the New Bulgarian University and add to the title an important text: BUSINESS MODELS FOR IMPROVING SOIL HEALTH.*

*Today we also celebrate the **150th** anniversary of the birth of the patron of the Institute and founder of Soil Science in Bulgaria the geologist and soil scientist Nikola Poushkarov, and the **100th** anniversary from the birth of the great Bulgarian agronomist and agrochemist Professor Ivan Garbuchevev, as well as 75 years of the science of agricultural mechanization.*

*Today, the 5th of December, once again, together with the scientific community of **over 140 countries** around the world, we celebrate "**The World Soil Day**" - one of the most important days in the UNs calendar. This day unites governments, institutions, scientists, non-governmental organizations and the general public in our common care, **respect and love** for soil.*

*As a national leader in soil science agrotechnologies and plant protection, "N. Poushkarov" Institute has been celebrating **the World Soil Day** since the year 2014, when December the 5th was declared a Professional holiday of the Institute.*

*Soil is a limited, irreplaceable and practically non-renewable natural resource. Despite its great importance for providing food for humanity, as a result of constant growth of population and application of unsustainable management practices, **the degradation of soil resources is growing threateningly on a global scale.***

*There are many definitions of soil, the most exciting of which are: "**Soil is the mother of agriculture, the mother of life**" (FAO Director-General QU Dongyu) and "**Soil gives the taste of life - therefore the meaning of life**".*

*Recognizing the crucial role of soil in providing food for humanity and its key role in ecosystems, and considering the enormous challenges to its sustainable management and conservation, **The General Assembly of the United Nations, in a resolution of the 68th session on 20th of December 2013**, decided to mark the **5th of December as World Soil Day** and called on national governments, regional and international governmental and non-governmental organizations, the private sector and all stakeholders to join the celebration of **World Soil Day**.*

*This year, again the academic staff of the Poushkarov Institute continues to work actively to implement the **tasks of the Global Soil Partnership (GSP)** - an initiative launched by the Food and Agriculture Organization (FAO) of the UN.*

*The Institute is also part of the **International Networks of Soil Information Institutions, Global Soil Laboratory Network, The infrastructure AnaEE**, European civil initiative **"People for Soil"** and others.*

This year, the Institute continued to support the initiatives of the Ministry of Agriculture and Food and the Ministry of Environment and Water in the implementation of National and European tasks related with problems in the soil-water-plant system.

Happy holiday dear colleagues and guests!

I wish everyone a successful and fruitful conference!

*Prof. DSc Irena Dimitrova Atanassova
Director of Nikola Poushkarov Institute of Soil Science,
Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia*

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

PLENARY REPORTS

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

100 ГОДИНИ ПОЧВОЗНАНИЕ В БЪЛГАРСКИТЕ УНИВЕРСИТЕТИ

Бисер Христов^{1*}, Маргарита Мондешка², Петко Божков³, Мима Тодорва⁴

^{1*} *Председател на Българско Почвоведско Дружество*

² *Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия*

³ *Геолого-географски факултет, СУ „Св. Климент Охридски“*

⁴ *Тракийски Университет, Стара Загора*

**e-mail: bisseru@abv.bg*

Резюме

Тази година ще отбележим 100 години от началото на преподаването по почвознание в българските университети. Първите лекции по Почвознание започват в катедрата "Земеделие" на Агрономическия факултет на СУ "Св. Климент Охридски" в София. През 1924 г. първият преподавател е акад. Иван Странски, тогава доцент и декан на Агрономическия факултет.

Почвознанието в България е било преподавано на десетки хиляди студенти през всичките 100 години. Въпреки че, сега студентите у нас намаляват, всяка година над няколкостотин студенти се обучават по почвознание в различни университети в България.

Науката почвознание ще остане изключително важна и през следващите 100 години, защото това е науката на бъдещето и хората все повече ще зависят от почвата като основен ресурс за производството на храна и други основни ресурси.

Ключови думи: почвознание, университети, преподаватели.

100 YEARS OF SOIL SCIENCE IN BULGARIAN UNIVERSITIES

Biser Hristov^{1*}, Margarita Mondeshka², Petko Bozhkov³, Mima Todorva⁴

¹ *President of the Bulgarian Soil Science Society*

² *University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy*

³ *Faculty of Geology and Geography, SU "St. Kliment Ohridski"*

⁴ *Trakia University, Stara Zagora*

**e-mail: bisseru@abv.bg*

Abstract

This year we will celebrate 100 years since lectures on soil science started in Bulgaria - at the Department of Agriculture of the Faculty of Agronomy at the University "St. Kliment Ohridski" in Sofia. In 1924, the first lecturer was academician Ivan Stranski, then associate professor and dean of the faculty of Agriculture.

The Soil Science in Bulgaria has probably been taught to tens of thousands of students over the last 100 years since it was started. Although nowadays the students in our country are decreasing, every year more than few hundred are trained in Soil Science at different universities in Bulgaria.

Teaching soil science will remain important for the next 100 years, because it is the science of the future and people will increasingly depend on soil as the main resource for their food production and other important resources.

Key words: soil sciences, universities, teaching, scientist.

През 2024 година се навършиха 100 години, от както в катедрата по „Общо земеделие“ в Агрономическия факултет към Софийския Университет „Св. Климент Охридски“ започват да се четат лекции по почвознание от академик Иван Странски, тогава доцент и декан на факултета.

Нека да върнем времето 41 години преди това, когато науката почвознание като естествена наука бе създадена от класическите трудове на Василий В. Докучаев. Този именит руски учен през 1883 г. написва капиталния си труд „Руски чернозем“, в който изяснява генетичния произход на почвите и закономерностите на тяхното разпространение (Dokuchaev, 1883). Научните му идеи много бързо са подкрепени първо в Европа, а после и в Америка. Така началото на 20 век се превръща в активен период за учените в областта на почвознанието в отделните страни. Създадени са първите научни колективи и национални школи.

Критичният въпрос за учените почвоведи през 20-ти век е дали „науката за почвата“ има способността да стои самостоятелно, отделно от геологията, микробиологията, или която и да е от другите природонаучни дисциплини, станали възможни благодарение на новите технологии. Тази дилема на почвените учени беше разрешена, когато двата лагера на агрохимиците и агро-геолозите се събраха през 1924 г. на 4-я конгрес по Почвознание и създадоха Международното дружество по почвени науки, сега Международен съюз по почвознание (IUSS).

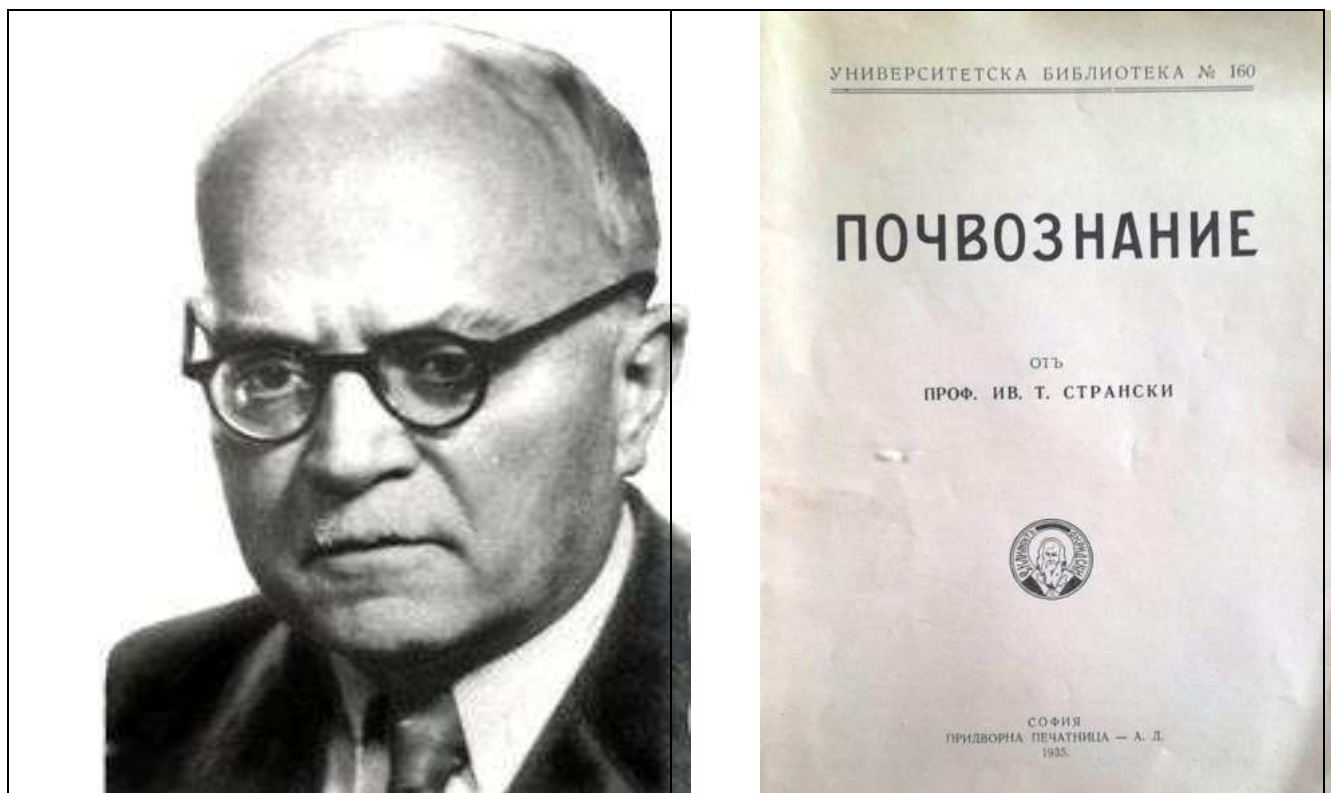
В нашата страна основоположник на почвознанието е големият патриот, родолюбец и изследовател Никола Пушкарров. Всичко започва с фундаменталния му труд „Образуване на почвата“ през 1909 г., последвано от създаването на почвоведска (агрогеологична) секция към Държавната земеделска станция в София през 1911 г., ръководена също от Никола Пушкарров (Tehoarov, 2023).



Фигура 1. Агрономически факултет на СУ, 1928 - 1948, сега Биологически факултет
(снимка <https://www.uni-sofia.bg/>)

Figure 1. Faculty of Agronomy of SU, 1928 - 1948, now Faculty of Biology

Висшето аграрно образование води началото си от 1921 г., когато към Софийски университет „Св. Климент Охридски“ е разкрит Агрономически факултет. Агрономическият факултет е трансформиран в Агрономо-лесовъден през 1925 г. - първоначално се помещава в сградата на Физико- Математическия факултет на ул. Московска, после в Духовната семинария в кв. Лозенец. От 1928 г. факултетът се разполага в новопостроената сграда на ул. „Княз Симеон Търновски“ (дн. „Драган Цанков“) построен със средства на Рокфелеровата фондация (Koinov, 1987).



Фигура 2. Академик Иван Странски и неговия първи учебник по Почвознание, издаден през 1929г (снимка - второ издание от 1935)

Figure 2. Academician Ivan Stranski and his first textbook on Soil Science, published in 1929 (photo - second edition from 1935)

Към Агрономо-лесовъдния факултет се числят Централният земеделски институт и Централният метеорологичен институт, разположени в четириетажна сграда в близост до новото здание на факултета (сега сградата се използва от Софийския районен съд и прокуратура).

Академик Странски завежда катедрата по общо земеделие, от 1921 до 1951. През 1924 – 1925 година е декан на факултета, а от 1926 година е извънреден и редовен професор. Той е член-кореспондент на Българската академия на науките от 1929 година и академик на БАН от 1943 г. До 1952 акад. Иван Странски ръководи института по „Общо земеделие“, който е създаден успоредно с Агрономо-лесовъдния факултет, където се дава обща и специализирана подготовка на студентите по въпросите на Почвознанието, торенето и обработката на почвите. Директор на Централния земеделски изпитателен институт в София (1935-1939).

През 1929 е написан и първия учебник по Почвознание, заимстван основно от богатата Руска научна литература и влиянието на Докучаев. Този учебник е основен фундаментален труд и дълги години е единствен по рода си в България, като е преиздаван през 1935 и 1946 г. (Антипов-Каратаев и др., 1960). За дългата си кариера академик Иван Странски обучи много студенти и учени. Като ярки негови ученици и последователи са почвоведите Велин Койнов, Петър Боянов, Евгени Левенсон, Бойчо Букурещлиев, Вера Галева, Евгени Танов, Бонка Топчиева-Колчева, Владимир Вълканов, Лулчо Райков и много други (Raykov and Dylkova, 2007). Тук трябва да споменем, че академик Странски е един от основателите на Българско Почвоведско Дружество, както и пръв директор на почвения институт към БАН от 1947.



Фигура 3. Софийски университет „Св. Климент Охридски“ геолого-географският факултет (снимка <https://www.uni-sofia.bg/>)

Figure 3. Sofia University "St. Kliment Ohridski" Faculty of Geology and Geography

През 1947 г. от Агрономическия факултет на СУ се обособяват като самостоятелни факултети Агрономическият и Зоотехническият. През 1948 г. заедно с Лесотехническият и Ветеринарномедицинският те се отделят от Софийския университет и се учредява Селскостопанската академия в столицата. Следват години на трансформации и преустройство във висшето аграрно образование у нас.

След отделянето на Селскостопанската академия от Софийския университет (СУ) почвознанието продължава да се преподава в Биолого-геолого-географския факултет към СУ, който през 1963 се разделя на два факултета - Биологически и Геолого-географски. През този период лекции по Почвознание в СУ води проф. Евгени Танов.

В Геолого-географския факултет (ГГФ) почвознанието намира своето място в новосъздадената катедра по „Физическа география на България и континентите“. През 1972 г. във връзка с промяна на структурата на ГГФ на нейно място се формира катедра „Ландшафтознание“, която от 2019 г. носи наименование „Ландшафтна Екология и Опазване на природната среда“ (ЛЕОПС) (Cholakova, 2024). Задължителните и избираеми дисциплини към катедрата акцентират върху почвата като геокомпонент на ландшафта, класификацията на почвите, зоналността в почвената покривка на глобално, регионално и локално ниво, опазването и бонитацията на земеделските земи.

Между 1972 г. и 1990 г. обучението по почвознание и география на почвите се поема от хонорувани за различно време преподаватели от различни университети и научни институти (Cholakova, 2024): проф. Марин Пенков – по дисциплина „География на почвите и биогеография“. „География на почвите“ водят още преподавателите проф. Петко Трейкяшки, проф. Иван Атанасов, проф. д-р Китка Йорова, ст. н.с. Благой Христов, проф. д-рн Божидар Георгиев („Приложно почвознание“). Между 1993 г. и 1997 г. дисциплината „География на почвите“ се поема от проф. Петър В. Петров, а от 1997 г. до 2023 г. от доц. д-р Александър Сарафов, който води и избираеми дисциплини като „География на почвите в България“ и „Приложно почвознание“ (от 2014 г.). Той е автор и на „Ръководство за практически занятия по география на почвите“ (Sarafov, 2000), предназначено за

студенти от специалност „География“. През 2019 г. в катедра ЛЕОПС постъпва гл. ас. д-р Петко Божков, който води практически занятия по „География на почвите“, а от 2024 г. и лекции по всички предмети, свързани с почвите като компонент на природната среда. Към настоящия момент катедра ЛЕОПС отговаря за обучението на докторанти в две акредитирани докторантски програми в професионално направление 4.4. Науки за Земята – „Биогеография и География на почвите“ и „Физическа география и ландшафтознание“.

В Биологическия факултет на Софийския университет също се преподава Почвознание в катедрата „Екология и опазване на околната среда“. Катедрата по ЕООС е основана през 1974 г. от проф. Иван Бондев (геоботаник). В катедрата са застъпени всички основни направления по екология – почвознание, екологични проблеми и опазване на почвите, етология, хидроекология и опазване на водите, зооекология, мониторинг и опазване на биологичното разнообразие, молекулярна екология. Изградени и оборудвани са специализирани лаборатории за всяко от тези направления. Преподаватели по почвознание в Биологическия Факултет на СУ са били доц. д-р Петър Стоянов, проф. д-р Нино Нинов, доц. д-р Иван Тодоров, проф. д-р Методи Теохаров и др. (Biological Faculty, 2024)

С решение на Министерския съвет от 17. 09. 1948 г., се учредява Селскостопанската академия „Георги Димитров“, в която от Софийски университет преминават четири факултета – Агрономически, Зоотехнически, Лесотехнически и Ветеринарномедицински“. През 1953 г. от ССА се обособяват 3 висши учебни заведения: Висш лесотехнически институт; Висш ветеринарномедицински институт и Селскостопанска академия „Г. Димитров“ - и трите със седалище в София, (Antipov-Karatev et al., 1960).

ССА "Г. Димитров" става единен научно-учебен комплекс, съчетаващ подготовката на кадри с висше образование с функции на академично научно учреждение. По време на нейното съществуване до 1975 г. (закрита с указ на Държавния съвет № 1760 / 19.09.1975 г.), в продължение на 28 години в ССА е функционирала катедра Почвознание към Агрономическия факултет, основана през 1951 г. Информацията за тази катедра е оскъдна поради закриване на академията, но там преподават едни от най-видните по това време почвоведи като: проф. Елена Коларова, чл. кор. Велин Койнов, проф. Бонка Колчева, проф. Марин Пенков и др.

Друга част от историята на развитие на Почвознанието в България се свързва и с университетското образование в Пловдив. Там, с Указ на регентския съвет от 4 август 1945 г. е разкрит университет с два факултета – медицински и агрономо-лесовъден, една от катедрите на последния е по „Почвознание“. През 1950 г. Агрономо-лесовъдният факултет е обособен в самостоятелно висше училище – Висш селскостопански институт „Васил Коларов“, който има три факултета: Агрономически, Технологически и Лозаро-градинарски. Висшият селскостопански институт е преобразуван в Аграрен университет – Пловдив (АУ) с Решение на Народно събрание прието на 10 април 2001 г. (Grekov et al., 2015).



Фигура 4. Аграрен Университет Пловдив (снимка: <https://www.au-plovdiv.bg>)
Figure 4. Agrarian University Plovdiv

Основите на катедра Почвознание във ВСИ-Пловдив са поставени през 1950 г. под ръководството на проф. Гюро Гюров, който я ръководи в продължение на 30 години и формира нейния облик и статут. През 1999 година катедра Агрохимия е обединена с катедра Почвознание. Двете катедри винаги са били водещи в агрономическата наука и аграрното образование у нас. За богатата история и традиции на Катедрата са допринесли с работата си изтъкнати агрохимици и почвоведи като професорите Иван Попов, Лазар Станчев, Никола Машев, Стефан Горбанов, Йордан Матев, Златан Танев, Гюро Гюров, Тотю Пенев, Иван Атанасов, Тонко Тотев. В катедра „Агрохимия и Почвознание“ сега работят 7 преподаватели, от които 1 професор, 5 доценти и 1 гл. асистент, които преподават задължителните дисциплини: Агрохимия, Почвознание и Хранене на растенията, както и избираемите дисциплини: Оценка на земеделски земи, Оценка на земи и активи, Технологии за възстановяване на увредени почви и терени, Химични мелиорации на кисели и засолен почви, Проблемни почви, Почвено плодородие и торене и др.

От 1950 до сега лекции и упражнения по почвознание в учебното заведение водят проф. Гюро Гюров, проф. Велин Койнов, проф. Бонка Колчева, проф. д-сн Иван Атанасов, проф. д-р Тонко Тотев, доц. д-р Недялка Симеонова, доц. д-р Христо Нечев, доц. д-р Петър Грибачев, доц. Деспина Христова, доц. Ганчо Димитров, доц. Стефан Гюров, доц. д-р Красимир Трендафилов, доц. д-р Рада Попова, доц. д-р Виолета Вълчева, ас. д-р Стефка Тодорова, гл. ас. д-р Младен Алмалиев, като ръководител катедрата е доц. Недялка Йорданова.

Освен в АУ Пловдив, Почвознание се изучава и в Пловдивския Университет „Паисий Хилендарски“ - в катедра „Екология и ООС“, основана през 1989 г. Днес тя е специализирано структурно звено, чиято основна задача е да организира и провежда учебна, научноизследователска и приложна дейност в областта на екологията и опазването на околната среда. С обучението по дисциплини, посветени на почвите и тяхното опазване се свързват имената на доц. Веселин Колешев, доц. Ангел Цеков, гл. ас. д-р Славей Петрова (спец. ЕООС, Биологически факултет на ПУ).

Дисциплината Почвознание се преподава още от основаването на Висшия Лесотехнически Институт през 1956 г. - в катедра „Лесовъдство“ (днес Лесотехнически Университет). В периода 1974- 1994 г. преподавателите, които работят в тази област са в състава на катедрата „Екология и опазване на природната среда“. През 1994 г. се създава самостоятелна катедра „Почвознание и ерозия“, която от 1999 г. е преименувана в „Почвознание“.



Фигура 5. Лесотехнически Университет (снимка: www.ltu.bg)

Figure 5. University of Forestry

Първият преподавател по Почвознание във ВЛТИ е Ангел Георгиев. През 1966 г. наименованието на дисциплината се променя на „Горско почвознание“ с титуляр проф. В. Донов, който е ректор на по късен етап. През 1979 г. в катедрата се обособява дисциплина „Почвознание с основи на торенето“ за специалност „Озеленяване“ с титуляр проф. Светла Генчева. През 1992 г. се въвежда и нова дисциплина - „Опазване на почвите“ с титуляр проф. Китка Йорова. Към учените, допринесли за развитието на почвознанието трябва да се спомене и името на проф. Асен Биолчев - ръководител на катедра „Ерозия и борбата с нея“ (1953–1973) и два пъти ректор на ВЛТИ (1960–1966).

През 1992 Висшият лесотехнически институт се преобразува на Лесотехнически Университет (ЛТУ). След разкриване на нови факултети към ЛТУ в катедрата „Опазване и обогатяване на природната среда“ се разработват нови дисциплини като „Почвознание, замърсяване на почвите и въздействие върху екосистемите“, „Почвознание и опазване на почвите“ и „Почвена микробиология“.

През 2022 г. катедра „Почвознание“ е закрыта, като преподавателите преминават отново в катедра „Лесовъдство“. Ръководители на катедра „Почвознание“ са били доц. Цветан Йорданов (1995 – 2016), проф. Людмила Малинова (2016 – 2020) и доц. Симеон Богданов (2020 – 2022). Преподаватели, които водят лекции и упражнения по почвознание в момента са доц. Симеон Богданов, проф. Бисер Христов, гл. ас. Камелия Петрова, гл. ас. Павел Павлов, гл. ас. Биляна Григорова-Пешева. Преподаватели по Почвознание са били също така и проф. Елена Желева, доц. Цветан Йорданов, проф. Людмила Малинова, проф. Росица Петрова и ас. Владимир Илинкин (University of Forestry, 2023).

От 1994 Почвознание се преподава и в новосъздадения Агрономически факултет на ЛТУ, като преподаването през годините е възложено на проф. Марин Пенков, доц. Паунка Божинова, доц. Росица Илиева и ас. Милен Венелинов.



Фигура 6. Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия
(снимка-УАСГ <https://uacg.bg/>)

Figure 6. University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy

Почвознанието е дисциплина, която се преподава и в друг технически университет в България – Университета по архитектура, строителство и геодезия. Още със създаването на първия негов предшественик - Държавна политехника в София през 1945 г. след преобразуването на ВТУ (Висшето техническо училище) в София тук се изучава „Мелиоративно почвознание“ с титуляр проф. Петър Боянов. Той преподава на студентите от специалността „Хидромелиоративно строителство“. От 8-те факултета на Държавната политехника през 1953 г. се създават 4 висши технически институти: Инженерно-строителен институт (ИСИ), Машинно-електротехнически институт (МЕИ), Минно-геоложки институт (МГИ) и Химико-технологичен институт (ХТИ). През 1976 г. в тогавашния Висш институт по архитектура и строителство (ВИАС) е създадена модерна проблемна научноизследователска лаборатория (ПНИЛ) „Хидромелиорации на почвите“ към Хидротехническият факултет на ВИАС от проф. Марин Пенков, който от тази година продължава своя професионален път като преподавател във Висшия институт по архитектура и строителство (ВИАС) в София, като е и неин ръководител в продължение на 15 години. През 1992 г. научноизследователската лаборатория се обединява с катедрата „Земеустройство и проектиране“ при Геодезическият факултет на УАСГ, която е преименувана в „Земеустройство и аграрно развитие“. Научното направление на катедрата е разширено с проблематиката на използването и опазването на земеделските земи. Неин ръководител е проф. Марин Пенков. В УАСГ проф. Пенков води лекции по „Мелиоративно почвознание“, „Почвознание“, „Използване и опазване на земята“, „Мелиорации и рекултивации на почвите“ и „Бонитировка, категоризация и групиране на земеделските земи“ на студентите от Геодезическия и Хидротехническият факултет. За пръв път у нас той организира курс за следдипломна квалификация по оценка на земеделските земи.

Проф. Марин Пенков (1930-2015) е сред най-разпознаваемите учени в областта на почвознанието в България и на международно ниво. Основните му приноси са както в областта на класификация и диагностика на почвите, така и по проблемите на сезонно преовлажняващите се почви в България (Псевдоподзолисти почви и Глинести черноземи) и тяхното мелиориране, оценката на земеделските земи и връзката почва – земеделска култура. Проф. Марин Пенков е създал над 15 научни

изследователи в областта на почвознанието, успешно защитили докторантури под негово ръководство. Успешно е ръководил десетки научноизследователски и приложни проекти в България и чужбина (Мароко, Сирия, Кувейт, Великобритания и др.).

Преподаватели по почвознание са проф. Маргарита Мондешка (която в момента е ръководител катедра „Устойчиво земеползване и управление на имоти“), доц. Ангелина Даскалова (от катедра „Хидротехника и хидромелиорации“), д-р Илия Чолаков, ас. Любомир Стоянов. Лекции в УАСГ изнася също и проф. Методи Теохаров, като хоноруван преподавател.

През 1974 г., с решение на Министерски съвет, Зоотехническият и Ветеринарномедицинският факултети са пребазирани от гр. София в гр. Стара Загора. Две години след това с обединяването на двата факултета се създава Висш институт по зоотехника и ветеринарна медицина (ВИЗВМ) в Стара Загора. С разработването на нови учебни планове и квалификационни характеристики на специалностите от 1983 г. Зоотехническият факултет към ВИЗВМ е преименуван в Зооинженерен, по-късно в Аграрно-животновъден, а през 1995 г. в Аграрен с преработен учебен план по стандартите на европейските страни (Almanac TrU, 2021).

С решение на Народното събрание от 1995 г. на базата на ВИЗВМ и Висшия медицински институт (ВМИ) – Стара Загора със съществуващите към тях факултети и самостоятелни звена се създава Тракийският университет (ТрУ). През годините ТрУ се разширява с нови факултети и специалности, по това време се разкриват и новите специалности „Агроекология“, „Агробизнес“ и година по-късно специалността „Агрономство“. Всички тези промени водят до необходимостта от разработване на дисциплини като „Замърсяване на почвите“ към специалност Агроекология и „Почвознание“ за специалност Агрономство (Almanac, TrU, 2021).

Първият преподавател, водещ лекции по тези дисциплини е проф. Стоянка Енева от Опитната станция по поливно земеделие към ССА. През 1999 г. след конкурс за асистент по Почвознание започва работа към АФ и ас. Мима Тодорова. През 2011 г. когато Технически колеж в гр. Ямбол се преобразува във Факултет „Техника и технологии“ към ТрУ се въвежда и дисциплината „Ерозия на почвите“, водена от доц. Виолета Вътева.

Доц. д-р Мима Тодорова към АФ при ТрУ е основен преподавател по „Почвознание“, „Замърсяване на почвата и въздействие върху екосистемите“, „Агрономство- етерично маслени култури“ и „Екология и опазване на околната среда“. През 2011 т. чрез проект „Развитие на Център за електронни форми на дистанционно обучение в ТрУ“, е създаден електронния курс по Почвознание, който успешно се използва за онлайн обучение на студенти в ТрУ. Тя е съавтор е на Наръчник по приложна екология (Petkov et al., 2011), има издадено Ръководство за упражненията по Почвознание (Todorova, 2014)

Русенският университет „Ангел Кънчев“ е приемник на Висшия институт по машиностроене, механизация и електрификация на селското стопанство (ВИММЕСС) в Русе, създаден на 12 ноември 1945 г., преименуван впоследствие на Висше техническо училище „Ангел Кънчев“ и преобразуван в университет на 21 юли 1995 г.

Лекции по почвознание се четат от доц. Живко Демирев (бивш преподавател), проф. Петър Димитров на студентите агрономи и магистри. Акад. Христо Белоев води лекции по „Почвозащитно земеделие“. Доц. Георги Митев работи в областта за управление на почвените и водни ресурси и създава „Лаборатория по управление на почвени и водни ресурси за земеделието“. В продължение на 20 години съществуваше съвместна лаборатория между ИПАЗР „Н. Пушкиров“ и Русенския

Университет - "Лаборатория по почвени анализи и ерозионни изследвания" (University of Rouse , 2024).

С решение на Народното събрание от юли 1995 година Висшият педагогически институт - Благоевград се преобразува в Югозападен университет "Неофит Рилски". В този университет почвознание се преподава в Катедра "География, екология и опазване на околната среда", основана през 1993 г. като "Инженерна екология и география". Дългогодишен преподавател там е доц. Бойко Колев, който води дисциплината "Почвознание, замърсяване на почвите и въздействие върху екосистемите". Доц. Паунка Божинова също е преподавала като хоноруван преподавател, както и асистент Невена Митева (South-West University, 2024).

Техническият университет (ТУ) във Варна е създаден през 1995 след преобразуването на Висш машинно-електротехнически институт – Варна (първоначално като Машинно-електротехнически институт), създаден през 1962 г.

Почвознанието в ТУ - Варна се преподава в катедрата „Растениевъдство“ (Машинно-технологичен факултет), която е профилираща в обучението на студенти в специалност „Агрономство“, което стартира през 2007. Специалностите, по които катедрата обезпечава обучението са: „Агрономство“, „Производство на посевен и посадъчен материал“ и „Семеипроизводство и растителна защита“. Към настоящия момент преподаватели по почвознание са проф. Драгомир Пламенов (ректор на Университета) и доц. д-р Павлина Наскова (заместник-ректор) (Technical University, 2024).

Минно-геоложкият университет „Св. Иван Рилски“ (МГУ) съществува като самостоятелна образователна институция от 1953 в резултат на преобразуването на Висшия минно-геоложки институт (ВМГИ), първоначално част от Държавната Политехника. Почвознанието в МГУ се преподава в Геологопроучвателния факултет, катедра „Инженерна гео екология“. Първоначално, от основаването на катедрата до 2012 г. лекции по почвознание води ст. н. с. Хачадур Чулджиян, след това до 2018 г. лектор по дисциплината е проф. д-р Росица Петрова. След този период до момента преподавател по почвознание е гл. ас. д-р Петя Генова. Учебната дисциплина „Почвознание“ е базова в учебната програма за студентите от специалност „Екология и опазване на околната среда“ към Геолого-проучвателния факултет на МГУ „Св. Иван Рилски“. Обучението по тази дисциплина се явява фундамент, върху който се надгражда по-късно при обучението по другите специализиращи дисциплини, свързани с оценка въздействието върху околната среда, рекултивация, кондициониране и оползотворяване на битови отпадъци (Mine and Geological University, 2024)

Шуменският университет „Епископ Константин Преславски“ е държавен университет, преобразуван като такъв през 1995. Основан е през 1971 г. като Висш педагогически институт. В университета в момента се обучават студенти по специалност „Растителна защита“, „География и регионална политика“, „Екология и опазване на околната среда“. Лекции по Почвознание изнасят гл. ас. д-р Д. Димитров и преп. Пл. Чамурлийски. Други дисциплини в тематиката на почвознанието са: „Замърсяване на почвите и въздействие върху екосистемите“ с преподавател доц. Д. Бъчварова, „Почвознание и география на почвите“ - ас. Р. Лазарова (University of Sumen, 2024).

Нов български университет е нова образователна институция, учредена на 18 септември 1991г. Науката Почвознание е сред базовите в обучението на студентите по специалностите „Екология и опазване на околната среда“ и „Биология - обща и приложна“ към департамента по Природни Науки. Доц. Ботьо Захаринов води лекциите по „Почвознание“, „Опазване на почвените ресурси“ и „Рекултивация и възстановяване на нарушени терени“. Преподаватели по почвознание в НБУ са били

още проф. Никола Вичев Колев, проф. Веселина Илиева, и др. (New Bulgarian University, 2024).

В заключение може да се изтъкне, че по дисциплината Почвознание в България са обучени вероятно десетки хиляди студенти за последните 100 години. Актуалността на тази област на познанието ще расте и през следващите 100 години, защото това е наука на бъдещето, а то все повече ще зависи от състоянието и продуктивния потенциал на почвите като основен ресурс за изхранването на човечеството и важен фактор за съхраняване на екологичното равновесие. И не на последно място знанието за почвите е основа за възпитание на подрастващите в уважение към българската земя.

Литература

- Antipov-Karataev, I. N., Gerasimov, I. P. (1960). Soils in Bulgaria. Monograph, Zemizdat-Sofia, 531 pages.
- Cholakova, Z. 2024. Landscapes, environment and natural capital" (ed. Z. Cholakova), University Publishing House "St. Kliment Ohridski", S., 201 p.
- Dokuchaev, V. V. 1883. Russian Black Earth. Popular essay // Nov.. — St. Petersburg, 1883. — Vol. 18. — P. 194-215.
- Faculty of Biology, 2024, Faculty of Biology webpage - https://www.uni-sofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/biologicheski_fakultet2.
- Grekov, D., Hr. Yancheva, Kr. Ivanov, N. Bencheva, R. Angelova, M. Popova D. Braykov, D. Svetleva, N. Panayotov, R. Bakardzhieva, A. Pancheva, D. Kuncheva 2015, 70 years Agrarian University - Plovdiv, ISBN 978 - 954 - 517 - 231 – 1, 312 p.
- Koinov V., 1987. Life, Scientific Public Activity of Academician Ivan Stranski. In: 100 years since the birth of Academician Ivan Stranski. Ed. BAS, 8 – 31 p.
- New Bulgarian University 2024, Official website of New Bulgarian University, <https://www.nbu.bg/>
- Almanac, TrU, 2021. One hundred years of higher agricultural education in Bulgaria. 1921-2021. Academic Publishing House, TrU, Stara Zagora, 2021
- Paisii Hilendarski University of Plovdiv, 2024, Official website of Plovdiv University Paisii Hilendarski Faculty of Biology - <https://bio.uni-plovdiv.bg/>
- Petkov, G., D. Pavlov, Ts. Zhelyazkova, M. Todorova, St. Atanasova, M. Georgiev, 2011. The polluted atmosphere and plant ecosystems, In "Handbook of Applied Ecology" edited by T. Yablanski and G. Petkov, Ed. Alfamarket, Stara Zagora
- Raykov L., R. Dilkova, 2007, Almanac of Bulgarian soil scientists. Ed. PublishSySet - Eco. ISBN 978-954-794-069-7, 154 pages.
- Sarafov, A. 2000. Guide for practical classes in soil geography - Maleo 63, Varna, 54 p.
- Shumen University, 2024. Shumen University "Bishop Konstantin Preslavski" website <https://www.shu.bg/>
- Southwestern University, 2024. Official page of Southwestern University "Neofit Rilski" - <https://www.swu.bg/bg/>
- Teoharov, M., 2023 80 Years Since the Death of Nikola Pushkarov - Founder Of Soil and Earth Science and Fighter for National Unity - Short Autobiographic, Bul. J. Soil Sci. Vol. 8. 2. 163 – 167.
- Technical University, 2024, Official website of Varna Technical University. <https://www1.tu-varna.bg/tu-varna/>
- Todorova, M. Manual for exercises in Soil Science, IC "Kota", Stara Zagora, 2014.
- Trakia University, 2024. Official website of Trakia University <https://trakia.uni.bg/bg/>
- University of Architecture, Construction and Geodesy, 2024. University of Architecture, Construction and Geodesy - web page <https://uacg.bg/>
- University of Mining and Geology, 2024. Official website of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski". <https://mgu.bg/>

INVENTORY OF INCENTIVES APPLIED IN SOME EU COUNTRIES IN TERMS OF SOIL HEALTH PRACTICES FOR THE PERIOD 2014-2022

Dimitre Nikolov¹, Ivan Boevsky¹, Martin Banov², Ekatherina Tzvetanova^{1*},
Krasimir Kostenarov¹

¹ New Bulgarian University

² Agricultural Academy, “N. Poushkarov” Institute of Soil Science,
Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

*e-mail: ecvetanova@nbu.bg

Extended abstract

Incentives, in general, represent a complex and multifaceted concept with different understandings depending on the context and application. Incentives are often defined as any factor that motivates or encourages an individual or group to take a particular action (Ariely, 2016). According to this definition, incentives can take different forms, including monetary rewards, recognition, penalties, and social status. **The aim of the study is to present methodology and short results of the inventory incentives of several EU countries.** The analysis is part of wider research focused on the relation between the incentives, business models and ecosystem services (Nikolov et al, 2023).

Incentives related to soil health exist in various forms and can be implemented through different types of mechanisms. They can range from regulatory to voluntary, including public programs and private initiatives. Additionally, they encompass regulated offsets and emissions trading, direct Payments for Ecosystem Services (PES), certification, marketing labels, and adherence to cultural norms. These mechanisms can provide disincentives, such as use prohibition, fines, and taxes, as well as positive incentives, such as training, direct payment for land set aside, and improved market access. By combining these incentives, ecosystem service outcomes can be enhanced at lower social costs.

Garrett and Neves (2016) have identified different sources of short- and long-term incentive mechanisms and provided examples of their implementation (Figure 1). Their framework was used as a backbone of a constructed incentive typology.

The methodology and data collection includes the following aspects. To conduct the necessary analysis, a survey questionnaire was prepared for evaluating and describing incentives. The questionnaire is divided into two parts (Nikolov et al., 2023). The first part (Q1-Q6) consists of general questions about the surveying organization and country, identification of the incentive, land use classification, and NUTS level. The second part (Q7-Q15) collects information on whether the incentive is policy-driven or voluntary, the national policies supporting the application of such incentives, and the policies providing financial support for the incentive. It also explores the connection between the case study incentives and the main goals of the 2030 Agenda for Sustainable Development objectives, as well as the key objectives of the new CAP 2023-2027. The final part focuses on gathering information about ecosystem services and their relationship with the incentives.

Empirical results show different aspects on both a national and an international level. Based on the collected information from our partners regarding incentives in different countries, we can classify them into three groups (Table 1). The results reveal variations among the countries, leading to their categorization into distinct groups according to the number of incentives.



Source: Garrett, L. and Neves, B. (2016) /

Figure 1. Incentives, investments, and mechanisms

The first group comprises countries with fewer than 10 incentives. These include Bulgaria, Denmark, Estonia, Latvia, and Spain. Among these countries, Denmark, Spain, and Latvia have the highest number of incentives, with 10 each. It is worth noting that Bulgaria, Latvia, and Estonia have a relatively balanced distribution between policy-driven and voluntary incentives, whereas Spain exclusively relies on policy-driven incentives.

The second group consists of Germany, England, France, and Italy, with a range of 16 to 30 incentives. Germany possesses the highest number of incentives within this group, with 30 in total. France and Italy also have a significant number of incentives, with 22 and 16 respectively. In this group, voluntary incentives dominate over policy-driven incentives, except for France, which does not have any policy-driven incentives.

The third group consists of the Netherlands, which stands alone with 76 incentives. The Netherlands exhibits a significantly higher number of incentives compared to the other countries. The focus in the Netherlands is primarily on policy-driven incentives, with 70 out of the 76 falling into this category. Only six incentives are voluntary in nature.

Table 1. Number of incentives by country

Country	Total	Policy-driven incentives	Voluntary incentives
Netherlands	76	70	6
Germany	30	4	26
England	31	4	27
France	22	0	22
Italy	16	4	12
Bulgaria	10	5	5
Denmark	10	7	3
Latvia	10	7	3
Spain	10	10	0
Estonia	8	6	2
Total	223	117	106

Source: Own calculations

The distribution of incentives varies among the countries. The Netherlands stands out with a high number of predominantly policy-driven incentives. In contrast, countries like Germany, England, France, and Italy have a considerable number of voluntary incentives. The rest of the countries in the dataset have a smaller number of incentives, and their distribution is relatively balanced between policy-driven and voluntary approaches.

Several conclusions are derived based on the information collected. In agricultural ecosystems, incentives influence ecosystem services through motivating changes in land use and management. This chain of influence is complex because incentives can cause multiple intended and unintended changes in land use and management, each potentially having co-benefits and trade-offs across multiple ecosystem services. In this research, there are identified and assessed incentives that can help the business model to become sustainable from the point of view of soil health. That goal is accomplished by exploring the incentives that drive farmers to act towards improving soil health.

It was collected and analysed 223 incentives in 10 countries participating in the NOVASOIL project. The countries were classified into three groups according to the number of incentives. The first group includes Bulgaria, Denmark, Estonia, Latvia, and Spain with a range from 8 to 10 incentives. The second group consist of Germany, England, France, and Italy, with a range from 16 to 30 incentives. The third group consists only of Netherlands, with 76 incentives. The Netherlands stands out with a high number of predominantly policy-driven incentives. In contrast, countries like Germany, England, France, and Italy have a considerable number of voluntary incentives. The other countries in the dataset have a smaller number of incentives, and their distribution is relatively balanced between policy-driven and voluntary approaches.

Acknowledgments

This paper is prepared as part of scientific project NOVASOIL “Innovative business models for soil health”, Horizon 2020 Research and Innovation action, under grant agreement No 101091268, funded by EU program HORIZONT 2020.

References

- Ariely, D. (2016). Payoff: The hidden logic that shapes our motivations. Simon and Schuster.
- Garrett, L. and Neves, B. (2016) Incentives for Ecosystem Services: Spectrum. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Nikolov, D., Boevsky, I., Banov, M., Tzvetanova, E., Kostenarov, K., Marinova, Ts., (2023). Report on mapping existing incentives for sustainable soil health business models. Deliverable 3.1 NOVASOIL project under grant agreement ID: 101091268.

75 ГОДИНИ НАУКА ЗА МЕХАНИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО В БЪЛГАРИЯ

проф. д.т.н. инж. Снежан Божков*, проф. д-р инж. Георги Костадинов, доц. д-р инж. Иван Мортев, доц. д-р инж. Юрий Енакиев, доц. д-р инж. Тодор Пеняшки, доц. д-р инж. Емануел Бадриков, доц. д-р инж. Любомир Асенов



Научен отдел
„Механизация на земеделието
и хидромелиоративни системи“,
ИПАЗР „Никола Пушкар“



*e-mail: sn.bozhkov@issapp-pushkarov.org

75 YEARS OF SCIENCE FOR MECHANIZATION OF AGRICULTURE IN BULGARIA

prof. DSc Snezhan Bozhkov, prof. Ph.D Georgi Kostadinov, assoc. prof. Ph.D Ivan Morteve, assoc. prof. Ph.D Yuriy Enakiev, assoc. prof. Ph.D Todor Penyashki, assoc. prof. Ph.D Emanuel Badrikov, assoc. prof. Ph.D Lyubomir Assenov
Scientific Department "Agricultural Mechanization and Hydromelioration Systems
Nikola Pushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection

Abstract

The development of the science of agricultural mechanization in the Republic of Bulgaria during its 75-year history is presented in chronological order. Information is systematized about the persons who headed the scientific structures over the years, the main directions of scientific activity, achieved results in the creation of technical means for mechanization of processes in agricultural production, government and other awards received. The problems on which the scientific teams are working in recent years and at the present time are indicated.

Key words: agriculture, mechanization, science, development, results.

Механизираното земеделие в България като осъзнат акт на държавна политика датира от началото на двадесети век - през 1912 г. е открита "Станция за изпитване на машини". След военните събития, обхванали Балканите, Европа и целия свят, през 1919 г. към Централния земеделски институт е открит машинен отдел, чиито функции имат контролиращ характер. Предпоставки за научно разрешаване на проблеми, свързани с механизирани процеси в селското стопанство, се появяват с изграждането на негова база на "Станция за механизирани на селското стопанство". Потвърдената документално дата на създаване на станцията (3 май 1949 г.) е приета официално като начало на науката за механизация на земеделието в България.

Започнала своята дейност с един директор и един специалист, през годините станцията постепенно разширява числения си състав. През 1951 г. в нея работят 12 души, от които 5-ма са специалисти. През 1952 г. ангажираните са вече 38, в т.ч. 12 специалисти. През същата година на специалистите е присвоено званието "научни сътрудници" (на един "старши научен сътрудник"). На базата на формиралото се научно ядро с постановление на Министерския съвет от 1-ви януари 1954 г. е създаден Научноизследователски институт по механизация и електрификация на

селското стопанство – НИМЕСС с основна задача *«да ръководи разработването и внедряването на национална стратегия за механизация и автоматизация на българското земеделие и координира цялата научна тематика в тази насока»*.

Личният състав на НИМЕСС в следващите години постепенно нараства. С цел профилирането на научната дейност в института са формирани три научни секции, в които са разпределени 20 учени. За материализиране на резултатите от научните изследвания върху разработването на нови и усъвършенстването на съществуващи конструкции машини за земеделието в рамките на института е създадено конструкторско бюро и изградена експериментална работилница. Построени са триетажна административна сграда и лабораторни комплекси.

Разширяването на НИМЕСС с кадри продължава, вкл. и със завършили Висшия институт по машиностроене, механизация и електрификация на селското стопанство - ВИМЕСС (сега Русенски университет «Ангел Кънчев») в гр. Русе. През 1957 г. общият състав е 70 души, а броят на учените - 34, разпределени в осем научни секции. През 1962 г. численият състав достига цифрата 206, от които 47 учени. При запазена тенденция на разширяване и след присъединяването на секция “Трактори” от Централния институт по машиностроене през 1968 г. съставът на НИМЕСС е вече 346 човека, в т.ч. 62 учени. Започва активна дейност със създадените по същото това време Институт по селскостопански машини в гр. Русе и Институт по тракторите в гр. Карлово, с двата Държавни изпитвателни центъра (в гр. Русе и гр. Пловдив) и двете изпитвателни бази (в гр. София и гр. Карлово). Своя максимум – 376 души, от които 69 учени, личният състав на НИМЕСС достига през 1973 г. През 80-те години на миналия век броят на работещите намалява до малко над 300 при 76 учени. Тенденцията за намаляване на числения състав се запазва и през 90-те години. Началото на XXI-ви век се характеризира с две обединявания със сродни научни институти – през 2001 г. с Института по хидромелиорации и през 2012 г. с Института по почвознание и Института по защита на растенията.

В рамките на обединения през 2012 г. Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиров“ изследванията в областта на механизацията на земеделието се провеждат от учени от отдел „Механизация на земеделието и хидромелиоративни системи“. Към отдела функционира Лаборатория за опитни и моделни образци (ЛОМО), където основната част от научните разработки намират своята първа реализация във вид на опитни образци.

През всичките 75 години наука за механизация на земеделието в България ръководният състав (вж. следващата фигура и Приложението в края), учените, експертите и специалистите работят неотменно за издигане на нивото на земеделското производство в страната, като акцентират вниманието си върху решаването на актуални за времето си проблеми. Приоритетните насоки на дейността в отделните научни направления хронологично могат да се обобщят по следния начин:

Етап	Приоритетни насоки на научната дейност в областта на механизацията на земеделието
1949 - 1950 г.	Механизация на обработката на почвата
1951- 1955 г.	Комплексна механизация в житното зърнопроизводство. Усъвършенстване обработката на почвата. Райониране, нормиране и усъвършенстване работата в машинотракторните станции. Начало на решаването на проблеми в техническото поддържане и ремонта на земеделската техника. Начало на механизирането на процесите при отглеждане на царевичата, влакнодайните култури и захарното цвекло.
1956 – 1960 г.	Начало на механизацията в зеленчукопроизводството, тютюна, лозарството и овощарството. Повсеместно внедряване на зърнокомбайните.
1961 – 1965 г.	Разработка и внедряване на комплексна механизация в тютюнопроизводството, зеленчукопроизводството на база механизация на разсаждането, механизация в прибирането на тревните фуражи и силажирането. Начало на решаването на проблеми, свързани с транспорта в земеделското производство.

1966 – 1970 г.	Разгърнато развитие на механизацията по всички производствени операции в растениевъдството, животновъдството, селскостопанския транспорт. Механизиране на производствените операции при работа на наклонени терени. Начало на механизирания прибиране на костилкови плодове.
1971 – 1975 г.	Развитие на механизацията в прибирането на плодове и грозде. Усъвършенстване на транспорта и комплексната механизация в растениевъдството и животновъдството.
1976 – 1980 г.	Усъвършенстване на механизацията в животновъдството, лозарството, зеленчукопроизводството, прибирането на тревни и силажни култури. Нови насоки за развитие на планинското земеделие. Нови методи в почвообработката.
1981 – 1989 г.	Нови и усъвършенствани технологични линии от машини в полеводството, трайните насаждения (овощарството и лозарството), зеленчукопроизводството, животновъдството, планинското земеделие. Нови и усъвършенствани технологии и средства за транспорт и товароразтоварни операции, ремонт и техническо обслужване, технологични линии и машини за селективна резитба и прибиране с оглед оползотворяване на лозовите пръчки и други възобновяеми източници на енергия от земеделското производство.
1990 – 2000	Механизирани технологии и технологични комплекти от машини за производство на корено-клубеноплодни и луковични зеленчуци. Технически и технологични решения за екологосъобразна растителна защита. Модернизиране и оптимизиране на използването и сервизното обслужване на техниката в земеделието.
2001 – 2011	Разработване на енергийно и икономически ефективни технологически и технически решения за устойчиво земеделие. Оценка качеството на работа на машините за растителна защита. Разработване на технологии и технически средства за оползотворяването на земеделски остатъци. Технология за получаване на орвано-минерален тор.
2012 -	Разработване и усъвършенстване на методи, технологии и технически средства за ефективно и екологосъобразно земеделие. Технология за машинно доене на кози при подредено фиксиране. Създаване на нови покрития с висока твърдост, износостойчивост и трибоекфективност чрез електроискрово и газопламъчно напластяване. Технология за подобряване на повърхностните свойства на титанови и стоманени изделия чрез реакционна електроискрова обработка. Технологичен комплекс от машини за екологосъобразно производство на картофи в малки фермерски стопанства. Технологични решения за пелетиране на отпадъци от земеделското производство. Разработване на технологични и технически решения за механизирани дейности при отглеждането на маслодайна роза.

РЪКОВОДИТЕЛИ

на структурите с научна дейност в областта на механизацията на земеделието през годините

СТАНЦИЯ ЗА МЕХАНИЗИРАНЕ НА СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО (1949 - 1953 г.)



Иван Гешев Костов
1949-1951 г.



проф. Любомир Константинов
1951-1953 г.

**НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ИНСТИТУТ ПО МЕХАНИЗАЦИЯ И ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА
СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО (и структурните му варианти в периода 1954 - 2000 г.)**



Ст.н.с. I ст. инж.
Никола Гайдаров
1954-1959 г.



К.т.н. инж.
М. Михайлов
1959-1963 г.



Ст.н.с. I ст. инж.
Васил Григоров
1963-1965 г.



Ст.н.с. I ст. инж.
Стою Димов
1965-1968 г.



Ст.н.с. инж.
Ив. Караванов
1968-1978 г.



Инж.
М. Коларов
1978-1979 г.



Ст.н.с. I ст. инж.
Христо Стоянов
1979-1992 г.



Доц. д-р инж.
Никола Досев
1992-1995 г.



Доц. д-р инж.
И. Панайотов
1995-2000 г.

**ИНСТИТУТ ПО МЕЛИОРАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИЯ (2001 - 2012 г.)**



Доц. д-р инж.
Пламен Петков
2001-2003 г.



Доц. д-р инж.
Николай Марков
2003-2011 г.



Проф. д-р инж.
Михо Михов
2011-2012 г.



**НАУЧЕН ОТДЕЛ ПО МЕХАНИЗАЦИЯ
в рамките на ИПАЗР „Н. Пушкин“**



Проф. д-р инж.
Георги Костадинов
2012-2018 г.



Доц. д-р инж.
Румен Тодоров
2018-2022 г.



Проф. д.т.н. инж.
Снежана Божкова
2022 -

33

Приносът на творилите в областта на механизацията на земеделието са разработени и внедрени огромен брой енергетични средства, работни машини и съоръжения за растениевъдството и животновъдството (малка част от тях са показани по-долу). В определени периоди от време в ЛОМО годишно са изработвани 20-25 образци на машини и съоръжения, от които средно 10-15 броя са влизали в производство и експлоатация.



Комбайн за царевица КСУ-220



Самоходен силажкомбайн в три варианта -
с хедер (вляво), с челен товарач и подбирач (вдясно)



Транспортна модификация от
фамилията трактори "ТК-215"



Косачка към трактор „Мургаш“



Ремарке-контейнеровоз РК-6



Агрегат резитбен пневматичен
АРП-12



Пръскачка „Перла 1300“



Ремарке РСЕ-2



Автоматична садачка за рътени
картофи СРК-2



Роторно-барабанна
картофовадачка РБВ-1



Машина автоматична горска
Ахрида МАГ-1,6

Енергетични средства и работни машини за растениевъдството



Доилна инсталация за овце ДИО-12



Доилна инсталация за кози ДИК-4М



Модулна технология за машинно доене на кози при подредено фиксиране



Смесител за груби и концентрирани фуражи СС-0.72



Фуражомелка



Фуражомелка универсална ФУ-400

Съоръжения за механизирание на процеси в животновъдството

Независимо от немногобройния състав на отдела по механизация на ИПАЗР „Никола Пушкиров“ през последните години научната дейност продължава да е насочена към проблеми с решаващо значение за националното и световното земеделско производство, в т.ч. оптимизиране параметрите на техниката за растителна защита за намаляване на отрицателното ѝ въздействие върху околната среда, пелетиране на растителни остатъци за енергийни нужди, подобряване на повърхностните свойства на бързоизносващи се детайли чрез напластяване.



Пръскачка навесна вентилаторна ПНВ-120



Уредба за гранулиране на растителни остатъци



Установка за електроискрово напластяване

Малко повече от едно десетилетие в отдела се работи върху механизирането на операции от технологичния процес при отглеждането на маслодайна роза – безспорният символ и основание за национална гордост на страната ни. През периода са обосновани методи, създадени и изпитани са работни машини за полагане на грижи за растенията и за реализиране на единствената немеханизирана операция от технологичния процес – брането на цвета в розовите насаждения.



Триредова машина за бране на маслодайна роза



Многофункционална машина за полагане на грижи за растенията и бране на цвета в розовите насаждения



Актуални за нашето съвремие са изследванията, провеждани и в настоящия момент от учените и специалистите по механизация на земеделието. В областта на розопроизводството се разработва машина за странична резитба на нискоразположени стъбла, полегнали в междуредията на розовите насаждения. На етап опитен образец е комбинирана машина за оформяне на повърхност с висока дъгообразна лека, полагане на тръби за капково напояване и покриване с мулчиращо фолио, която да може да се използва при отглеждането на зеленчукови, ягодоплодни, етерично-маслени и лечебни култури. Разработва се техническо средство за термична обработка на отпадна дървесна маса при производството на биовъглен за земеделието. Оптимизират се системи за техническо обслужване и ремонт на земеделската техника.

Научната дейност в областта на механизацията на земеделието се реализира на проектен принцип в рамките на Селскостопанска академия (ССА), към Фонд „Научни изследвания“ на МОН, на основата на споразумения за сътрудничество с международни организации и договори със земеделски производители. Получените резултати получават гласност сред специалистите в общественото пространство чрез различни форми за разпространение на информация. Резултати от първите години на развитие на науката по механизация на земеделието у нас са публикувани през 1956 г. в сборник с трудове на Института за механизация и електрификация на селското стопанство, който излиза като приложение том VIII към списание „Селскостопанска мисъл“. Дело на учени в областта на механизацията на земеделието през следващите години са монографии, стотици статии в реномирани списания, в т.ч. в реферирани и индексирани в световноизвестните бази данни Web of Science и Scopus. Стотици са изнесените доклади на международни и национални научни конференции у нас и чужбина, в т.ч. и на организирания ежегодно от ИПАЗР „Никола Пушкиров“ научен форум с международно участие „Екология и агротехнологии – фундаментална наука и практическа реализация“. Подадени в Патентното ведомство на РБ са над 240 заявки за изобретения като повече от 2/3 от тях са признати. Всичките 4 подадени от 2020 г. насам заявки за полезни модели са признати:

Регистрирани полезни модели в Патентното ведомство на РБ от 2020 г.

№	Наименование	Регистрационен №	Дата на заявяване
1	Електроден материал за електроискрово напластяване	№ 3740 U1	27.02.2020 г.
2	Модулна машина за рози	№ 3882 U1	21.07.2020 г.
3	Машина за резитба на рози	№ 3977 U1	05.11.2020 г.
4	Машина за бране на маслодайни рози	№ 4034 U1	23.02.2021 г.

Разработките на учените в областта на механизацията на земеделието са високо оценявани от специалисти в бранша и намират широко признание на правителствено ниво. Двама учени от създадения като център за наука в областта на механизацията на земеделието институт НИМЕСС са удостоени със званието „Заслужил деятел на техниката“, десет учени са носители на орден „Кирил и Методий“ II ст. и трима на I ст., двама учени са наградени с ордена „Червено знаме на труда“, а други шест с „Народен орден на труда“. За цялостна дейност и по случай 40-годишнината си Институтът е награден с орден „Червено знаме на труда“. Многобройни са получените колективни награди от национални и международни изложения за земеделска техника. Само през последните 7 години като победители в конкурси за иновации, организирани в рамките на международната селскостопанска изложба АГРА от Пловдивския панаир, са наградени 6 научни разработки.



Наградени експонати в конкурси за иновации, организирани в рамките на международната селскостопанска изложба АГРА

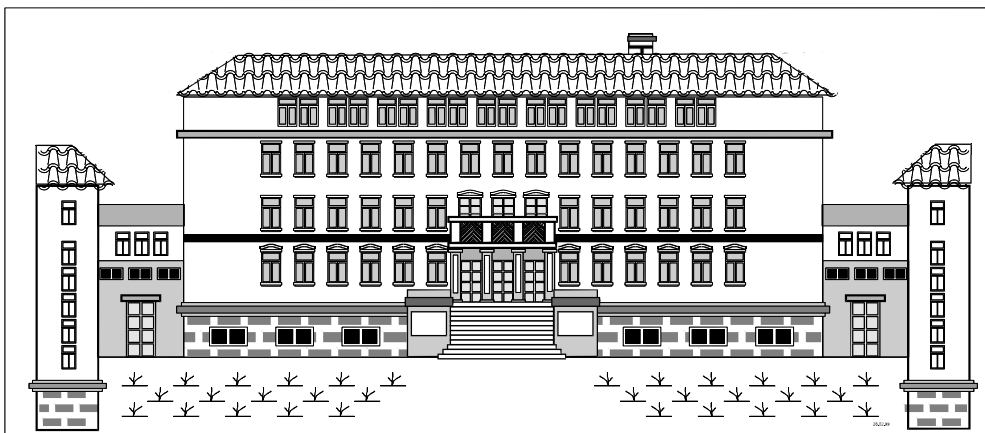
№	Експонат	Раздел на конкурса за иновации	Година
1	Технология за оползотворяване на биомаса от лавандула за енергийни цели	Технологии за растениевъдството	2018
2	Създаване на нови покрития с висока твърдост, износостойчивост и трибоефективност чрез електроискрово и газопламъчно напластяване	Научна дейност и разработки	2019
3	Машина за рози - многофункционална	Машини, инвентар и технологии за растениевъдството	2020
4	Инсталация за пречистване на слънчогледово масло с помощта на ултразвуково поле	Научна дейност и разработки	2022
5	Технология за подобряване на повърхностните свойства на титанови и стоманени изделия	Научни разработки	2023
6	Устройство за пасивно сортиране на плодове и зеленчуци	Научни разработки	2024

Натрупаните през годините знания и опит учените в областта на механизацията на земеделието предават неотменно. Подготвени под тяхно ръководство и успешно защитени са дисертационни трудове от над 55 докторанта, седем от които чуждестранни граждани. Само през последните 3 години са защитени 2 дисертации за ОНС «доктор» и една за научната степен «доктор на науките». Един докторант е отчислен с право на защита, а двама докторанта и в момента се обучават по специалността «Механизация и електрификация на растениевъдството». Многобройни са изнесените лекции пред специалисти от бранша, предоставените консултации на земеделски производители по проблемите на механизираното земеделие, проведените информационни дни.

Понастоящем представители на науката по механизация в земеделието от отдел МЗиХМС са привлечени в редица комисии от национално значение към министерствата на земеделието, на транспорта и съобщенията, на икономиката, към Фонд „Научни изследвания“, включени са в работни колективи за разработването на методики и нормативни документи в областта на земеделската техника, участват в съставите на контролиращи органи в рамките на ССА, в ръководни органи на обединения институт „Н. Пушкин“.

В заключение:

И на 75 години науката за механизация на земеделието е твореща!
Да си пожелаем да сме здрави,
да успяваме да се справяме с предизвикателствата на съвремието
и продължим да създаваме техники и технологии за земеделието в България!



**Ръководители на структурите с научна дейност
в областта на механизацията на земеделието през годините**

Имена, научно звание, научна степен	Заемана ръководна длъжност	Период на заемане на длъжността	Кратки данни
СТАНЦИЯ ЗА МЕХАНИЗИРАНЕ НА СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО			
Иван Гешев Костов	директор	1949 - 1951 г.	Работи в областта на изпитването на земеделски машини, изследването на семечистачни машини, обеззаразяването на семена и борбата с неприятели и вредители по културните растения. Първи директор на Станцията за механизация на селското стопанство.
Любомир Трифонов Константинов професор	директор	1951 – 1954 г.	Участва в изграждането на машинотракторните станции (МТС) в България. Разпространява земеделската култура и знания по механизация на селското стопанство. Заема редица ръководни длъжности в държавата, в т.ч. като заместник-министър на земеделието. Бил е представител на България в работната група по механизация на селското стопанство при Икономическата комисия за Европа (ИКЕ), отговорен секретар при Постоянната комисия по селското стопанство на Съвета за икономическа взаимопомощ (СИВ).
НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ИНСТИТУТ ПО МЕХАНИЗАЦИЯ И ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО и негови структурни варианти в периода 1954-2000 г. (НИМЕСС - ЦИМЕСС – НИИМЕСС – НИМТСМ – НИМЕСС)			
Никола Стоянов Гайдаров ст. н. с. I ст. инж. 	директор	1954 - 1959 г.	Работи в областта на механизиранияте технологии и машините за производство на зърнено-житни и зърнено-бобови култури и слънчоглед, следжътвената обработка, сушенето и съхранението на зърното и сламата. Един от организаторите на първите МТС и директор на първата МТС в България. Ръководител и участник в създаването, изследването и прилагането в практиката на първите системи машини за комплексна механизация в селскостопанското производство у нас. Участва в създаването на НИМЕСС и е негов първи директор. Работи в ССА, като заместник-председател и научен секретар.
Михаил Христов Михайлов д-р инж. 	директор	1959 - 1963 г.	Научна компетентност в областта на механизацията на процесите в селското стопанство. Първият учен с научна степен - кандидат на техническите науки (доктор) работил в Института.

ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ
БИЗНЕС МОДЕЛИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ЗДРАВЕТО НА ПОЧВАТА

Васил Димитров Григоров СТ.Н.С СТ. ИНЖ. 	директор	1963 - 1965 г.	Работи в областта на механизацията на селскостопанското производство, поддържането и производството на земеделска техника. Ръководи национални и международни структури в сферата на селскостопанското машиностроене. Награждаван няколкократно с правителствени и международни отличия. Автор на рационализации и изобретения. Удостоен е почетното звание „Заслужил деятел на техниката“.
Стаю Лазаров Димов СТ.Н.С СТ. ИНЖ. 	директор	1965 - 1968 г.	Акцент в научната му дейност са машинното доене на овцете, храненето, почистването на тора и механизирването на процесите при силажиране на фуражите. Ръководи създаването и внедряването у нас на първите инсталации за доене на овце при пасищни условия. В определени периоди работи в Министерството на земеделието, като директор на дирекция „Механизация“, и в бившия Съвет за икономическа взаимопомощ (СИВ) в Москва, като секретар на комисията по селско стопанство. Научното му творчество включва над 150 труда, в т.ч. книги, обзори, доклади, авторски свидетелства, рецензии и др.
Иван Стефанов Караиванов СТ.Н.С. ИНЖ. 	директор	1968 – 1978 г.	Работи в областта на механизацията на тютюнопроизводството и лозарството, като участва в разработването на машини и съоръжения. Автор е на изобретения. Носител на орден „Народен орден на труда“ – златен, орден „Кирил и Методий“ II ст. и орден „Кирил и Методий“ I ст.
Михаил Русев Коларов машинен инженер	директор	1978 – 1979 г.	Научни компетентности в областта на механизацията на земеделието.
Христо Николов Стоянов СТ.Н.С СТ. ИНЖ. 	директор	1979 - 1992 г.	Работи в областта на тракторите и проблемите на механизацията на транспортните и товаро-разтоварните работи в земеделието. Участва в разработването и внедряването на 30 машини и съоръжения. Автор и съавтор на над 200 публикувани научни труда, 15 книги, 20 броя изобретения и патенти. Народен представител в 37-то и 38-то Народно събрание. Вносител е на проектозаконови, отнасящи се до земеделската наука, земеделската техника, розата и другите маслодайни култури. Носител на орден „Червено знаме на труда“.

ЕКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ – ФУНДАМЕНТАЛНА НАУКА И ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ
БИЗНЕС МОДЕЛИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ЗДРАВЕТО НА ПОЧВАТА

Никола Александров Досев доц. д-р инж. 	директор	1992 – 1995 г.	Работи върху проблемите на механизацията в свиневъдството, птицевъдството и нетрадиционните източници на енергия (получаване на биогаз). Избран за член на ръководствата на национални и международни структури в сферата на животновъдните науки. Притежава авторски свидетелства за изобретения. Заемал е длъжността зам.-изпълнителен директор на Националния център за аграрни науки.
Йордан Господинов Панайотов доц. д-р инж. 	директор	1995 - 2000 г.	Работи в областта на системите за обработка на почвата и сеитбата, създаването на работни органи и машини за основна и междуредова обработка в трайните насаждения, пакетизацията, палетизацията и контейнеризацията на земеделски товари. Автор на над 100 научни и научно-популярни публикации, 11 книги и брошури, 13 изобретения. Ръководи редица национални структури. По негова идея са създадени и е първият редактор на студентската многотиражка „Студентска искра“ на ВИММЕСС-Русе, в-к „Земеделска техника“ и списание „Механизация на земеделието“. Награден е с ордени „Червено знаме на труда“ и „Народен орден на труда“ – сребърен.
ИНСТИТУТ ПО МЕЛИОРАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИЯ			
Пламен Данев Петков доц. д-р инж. 	директор	2001 - 2003 г.	Първи директор на института, обединил НИМЕСС и ИХМ. Научните му компетентности са в управлението и нормативната уредба в хидромелиорациите и поливното земеделие, технологиите и техниките за капково напояване и микродъждване на земеделските култури, технологиите за отводняване и подобряване на земеделските земи, екологичните проблеми в мелиорираните земи.
Николай Минков Марков доц. д-р инж. 	зам.-директор с ресор „механизация на земеделието“		
Николай Минков Марков доц. д-р инж. 	директор	2003 – 2011 г.	Работи в областта на системите за обработка на почвата и сеитбата в полевъдството и трайните насаждения, технологиите за енергийно оползотворяване на отпадната биомаса в земеделието и др. Участва в разработването на Системи от машини за комплексна механизация на селскостопанското производство, международна система от машини за земеделието. Ръководи и участва в разработването, узаконяването и внедряването на земеделски машини. Носител е на “Народен орден на труда” - сребърен.

Михо Янков Михов проф. д-р инж. 	директор	2011 – 2012 г.	Работи в областта на организацията на обслужването, ремонта и експлоатацията на земеделската техника. Участва в разработването на технологии, нормативни документи и наредби, инструкции и указания за прилагането им. В обединения институт „Н.Пушков“ е заемал длъжността „зам.-директор“.
НАУЧЕН ОТДЕЛ ПО МЕХАНИЗАЦИЯ в рамките на ИПАЗР „Никола Пушков“			
Георги Димитров Костадинов проф. д-р инж. 	ръководител направление с три отдела в областта на механизацията	март 2012 – ноември 2018 г.	Работи по проблеми, свързани с механизацията на земеделието и растителната защита, устойчивото земеделие, моделирането на процесите и тяхната оптимизация, електроискровото напастява и др. Автор е на технологии и машини, внедрени в практиката. Има над 200 научни публикации, в т.ч. 9 книги, като 44 от публикациите са с импакт фактор / импакт ранг. Участва в редица научни и експертни съвети, комитети и комисии към ССА, министерство на земеделието и храните, министерство на икономиката, Фонд „Научни изследвания“. Ръководил е 5 успешно защитили докторанта.
Румен Милев Тодоров доц. д-р инж. 	ръководител отдел	декември 2018 – май 2022 г.	Работи в областта на сеитбата на зърнено-житни и окопни култури, сеитбата на дребни семена, разсаждането на зеленчукови и технически култури, торенето, почвообработката, профилирането и прокарването на напоителни и отводнителни канали. Ръководи и участва в разработването, узаконяването и внедряването на земеделски машини.
Снежан Иванов Божков проф. д.т.н. инж. 	ръководител отдел	след 23 май 2022 г.	Работи в областта на мобилната енергетика и транспорта за малките земеделски стопанства, оптимизацията на праметрите и използването на машинно-тракторните агрегати, механизираното отглеждане и бране на маслодайна роза. Участва в работата на експертни съвети и комисии към министерствата на земеделието, на транспорта и съобщенията, на икономиката, както и в рамките на ССА. В обединения институт „Н.Пушков“ е избран за научен секретар, председател на ОСУ, член на Научния съвет и др. Автор е на разработки, приети за внедряване в практиката, регистрирани полезни модели в Патентното ведомство на РБ. Научни разработки, изпълнявани от колективи под негово ръководство, са отличени с награди.

OUR SCIENTISTS WERE AHEAD OF THEIR TIME

Alexander Sadovski*

**e-mail: bsc.ieas@yahoo.com*

Abstract

The report introduces the founder of Bulgarian Soil Science and two prominent scientists and directors of the Institute of Soil Science "Nikola Poushkarov". These are Nikola Poushkarov, Assoc.Prof., Ph.D, Lyuben Glogov and Prof. D.Sc. Ivan Garbouchev. Lyuben Glogov is the forerunner of Precision Agriculture and Ecological Engineering. His activities and works laid the foundations of these directions in Bulgarian agriculture. Ivan Garbouchev, as a leader and scientist, implemented the ideas of Sustainable Agriculture and was the forerunner of the use of Geographical Information Systems in Bulgarian soil science. Basic biographical data about these scientists and some facts about their activities are presented.

Key words: Glogov, Garbucheв, GIS, ecological engineering, sustainable agriculture, precision agriculture, Poushkarov.

НАШИ УЧЕНИ ИЗПРЕВАРИЛИ СВОЕТО ВРЕМЕ

Александър Садовски

Резюме

В доклада се представят родоначалника на българското почвознание и двама изтъкнати учени и ръководители на Института по почвознание „Никола Пушкарров“. Това са Никола Пушкарров, Доц. Кбн. Любен Глогов и Проф. Дн. Иван Гърбучев. Любен Глогов е предтеча на Прецизното Земеделие и Екологичното Инженерство. Неговата дейност и трудове поставят основите на тези направления в българското селско стопанство. Иван Гърбучев като ръководител и учен реализира идеите на Екологосъобразното земеделие и е предтеча на използването на Географските Информационни Системи в българското почвознание. Представят се основни биографични данни за тези учени и някои факти за тяхната дейност.

Ключови думи: Глогов, Гърбучев, ГИС, екологично инженерство, екологосъобразно земеделие, прецизно земеделие, Пушкарров.

Introduction

The Institute of Soil Science "Nikola Poushkarov" was the main Institute in the system of the Academy of Agricultural Sciences (later transformed into the Agricultural Academy). In 1972, the new buildings of the Institute were built with modern laboratories and a computing center (Figure 1). During 1970-1990, the Institute enjoyed international fame and importance. It was visited by many foreign government delegations - Mexican President Jose Portillo, Iranian Shah Reza Pahlavi, Congolese Prime Minister Louis-Sylvain Goma, Guinean President Ahmed Sekou Toure, USSR Prime Minister Nikolai Ryzhkov and many others (Figure 2).



Figure 1. The new buildings of the Nikola Poushkarov Institute

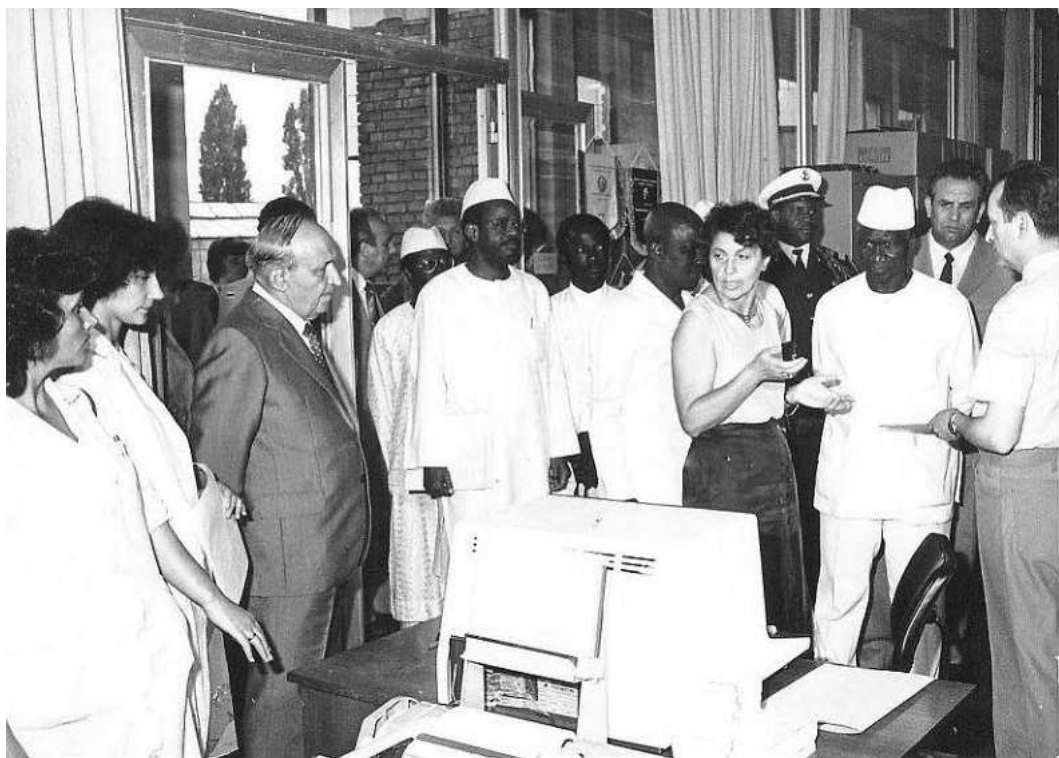


Figure 2. Visit of Sékou Touré from Guinea to the Computing Center

It will not be an exaggeration to say that the Golden Age of the Institute "N. Poushkarov" is the period from 1973 to 1986, when Prof. Ivan Garbuche and Associate Professor Lyuben Glogov were its directors. It is important to point out that during this period, the optimal ratio of 1:2 between scientific workers, their support staff of specialists, and the relevant administrative staff was observed.

At the time of Garbouchev, the Institute had a staff of 700 people. It includes the following sections: Genesis and classification of soils (Slaveiko Krastanov), Soil erosion (Neicho Onchev), Fertilization (Dobrin Ilkov), Agrochemistry (Dimitar Stoyanov), Soil

physics (Vera Galeva), Soil cultivation and crop rotations (Dafina Djumalieva), Statistics (Yordan Shanin), Soil Mapping (Asparukh Hadzhiyanakiev), Agrophysics (Ivan Varlev), Economic Analyzes (Miroslav Benevski).

At the time of Glogov, the Institute had a staff of 1,100 people. It includes the following directions: 1. Balance, protection, and restoration of soils (Lulcho Raikov), 2. Programming of yields (Lyuben Glogov), 3. Increasing and regulating fertility (Milka Milcheva), 4. Agrophysical research (Ivan Varlev), 5. Soil-agrochemical service for agriculture (Asparukh Hadzhiyanakiev), 6. Mathematical Modeling and Information and Computing Center (Alexander Sadovski) (Teoharov, 2016). It should be noted that Prof. Teoharov omitted the sixth independent direction in his article.

A great advantage of the Institute was its extensive network of 23 experimental fields, where planned field trials are conducted. These trials provide objective information on soil conditions and crop development.

Many scientific meetings, symposia, and consultations with internationally renowned scientists are held at the FAO Program of the Institute. Names worth mentioning: FAO Project Leaders Prof. Elgabali and Dr. Devan; Prof. Hans Yenni of the University of California, Berkeley; Prof. Tadakatsu Okuno from Japan; Dr. Howard Hayes of Colorado, USA; Prof. John Gower of Rothamsted Experimental Station, England; Dr. Stein Bie from Norway; Dr. Julian Dumanski from Canada; Academician Ivan Shatilov from VASHNIL, Prof. Ratmir Poluektov from Leningrad, Dr. E. Halsworth from Australia and the General Secretary of the International Union of Soil Scientists (ISSS) Istvan Sabolch.

It can be stated with regret that as of December 31, 2019, the personnel of ISSAPP "N. Poushkarov" amounts to 181 people, and the ratio of scientists to specialists with secondary and higher education (without administration) is 1:1.

NIKOLA PETKOV POUSHKAROV



He was born on December 14, 1874, in Pirdop, then in the Ottoman Empire. He completed his primary education in his hometown, graduated from high school in Sofia, and taught as a teacher in Mirkovo.

In the period 1898-1901, he studied natural sciences at Sofia University. Died on February 18, 1943 in Sofia. Without being appointed as a researcher, in 1909 he wrote the capital work "Formation of the soil" and thus began the study of the genesis and formation of soils.

After this period, active scientific research, journalistic, and public activity began. At his suggestion to the Minister of Trade and Agriculture, in 1911 a Soil Science Section was opened at the State Agricultural Experimental Station in Sofia. This historical date is

considered the birthday of Bulgarian soil science, and the head of the section is the first soil scientist in our country (Teoharov, 2019).

After specializing in Germany from 1914-1915, he became thoroughly acquainted with the Russian Dokuchaev school, he continued to carry out a large-scale scientific program for the study of soil and land resources in the country.

Poushkarov was the first scientist in our country who established the basic regularities of the geographical distribution of soils and proved the Agroecological approach to their use. He developed the first National Soil Map and the first methodology for bonitet assessment of agricultural land, which he implemented in municipalities. Thus, he is rightfully recognized by the new generations of researchers as the Patriarch of Bulgarian soil science.

ASSOCIATE PROFESSOR PhD. LYUBEN VIDELOV GLOGOV



Born on December 17, 1930, in Rogozen village, district Vtatsa. Died December 1987, Sofia.

He graduated from high school in the town of Byala Slatina, and graduated from the Faculty of Agronomy of HAI "G. Dimitrov" in Sofia. From 1959 to 1962, he participated in a Komsomol brigade in Magnitogorsk, USSR, where he worked as an agronomist. During the period 1963-1966, he was a postgraduate student at the Department of Plant Breeding at the Moscow Agricultural Academy "K. A. Timiryazev", where he defended a dissertation on the topic "Influence of different agrophones on the productivity of photosynthesis in different varieties of maize". Then he joined the Department of Plant Physiology as an assistant at the University of Agricultural Sciences "G. Dimitrov", Sofia.

He is the director of the Institute of Soil Science and Yields Programming "N. Poushkarov" from 1977 to 1986 (БПД, 2007, стр. 63).

Lyuben Glogov is the forerunner of Precision Agriculture and Ecological Engineering. Precision Agriculture is defined as: "a modern concept of agricultural management using digital techniques to monitor and optimize agricultural production processes". The main point here is optimization. Instead of applying the same amount of fertilizer to the entire field, precision farming involves measuring soil variations in the field and adapting the fertilizer strategy accordingly. This results in optimized fertilizer use, cost savings, and reduced environmental impact (EPRS, 2016; AgroCares, 2020).

Lyuben Glogov developed and implemented the Agroecological approach in crop production (Глоглов и др., 1980; Глоглов, 1981; 1984). This approach is an element of Ecological Engineering.

Ecological engineering was introduced by Howard Odum et al. (1963) as the use of natural energy sources as the predominant input to the manipulation and control of ecological systems. The origins of ecological engineering lie in Odum's work with ecological modelling and ecosystem simulation to capture holistic macro-patterns of energy and material flows affecting the efficient use of resources (Wikipedia, 2024).

Glogov has a registered invention in Moscow - Device for determining the moisture supply of plants (Глоггов, Свентицкий и др., 1979).

At the invitation of Academician Ivan S. Shatilov, Chairman of VASHNIL, a delegation of the Bulgarian Academy of Agricultural Sciences was invited to participate in the All-Union Conference on Programming of Agricultural Crop Yields, held in Volgograd from March 13 to 15, 1973. The composition of the delegation included Academician Kunyu Stoev, Associate Professor Maria Kozareva, Associate Professor Lyuben Glogov, and Res. Ass. Alexander Sadovski (Figure 3).



Figure 3. The AAS delegation in Volgograd, 1973

At the conference, interesting reports were presented by Prof. A. Klimov, Dr. Yu. Ross, Member-cor. T. Kulakovskaya, Prof. Baranovsky and others. These achievements marked the beginning of yields programming in Bulgaria (Шатилов, Чудновски, 1980).

An interesting episode is worth noting. After the conference, at the gala dinner organized by the Volgograd City Committee of the CPSU, one of their associates was invited to sing a few songs. She was obviously a good singer and after two songs Lyuben Glogov, who could play the accordion very well, asked to sing songs too. That's how the competition turned out. After they had both sung a few, he played an old Siberian song. Then the singer exclaimed: "Where did he dig it!" and admitted defeat.

Lyuben Glogov encouraged the development and implementation of the Automated Agrochemical Service System (Глоггов и др., 1977). During the visits of foreign government delegations, the sites were the Brushnarova Laboratory, the Computing Center, and the Semi-automatic line for mass agrochemical analysis (Figure 4).

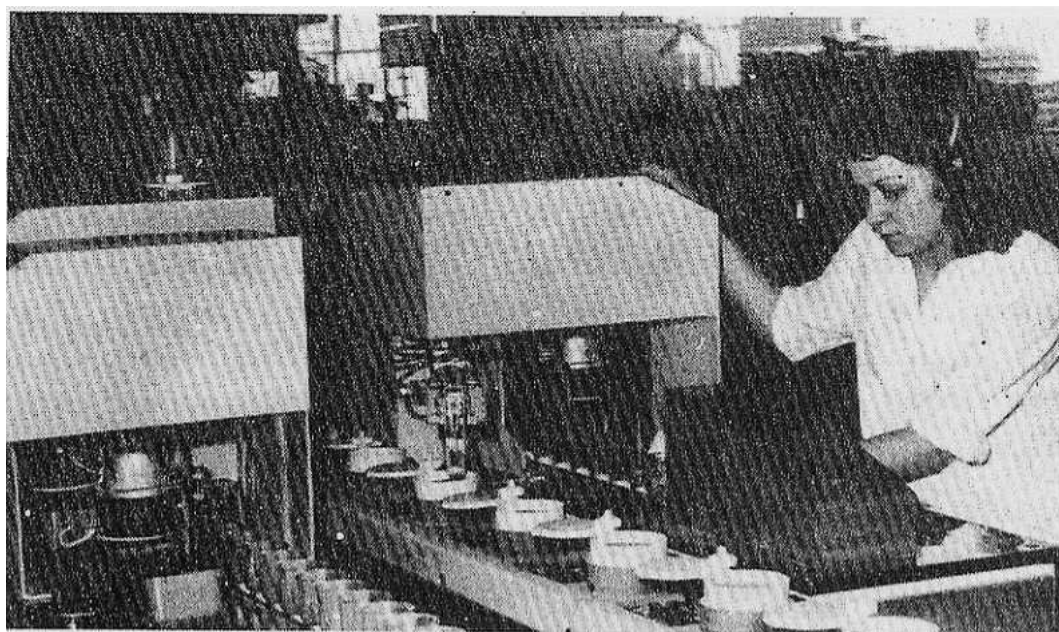
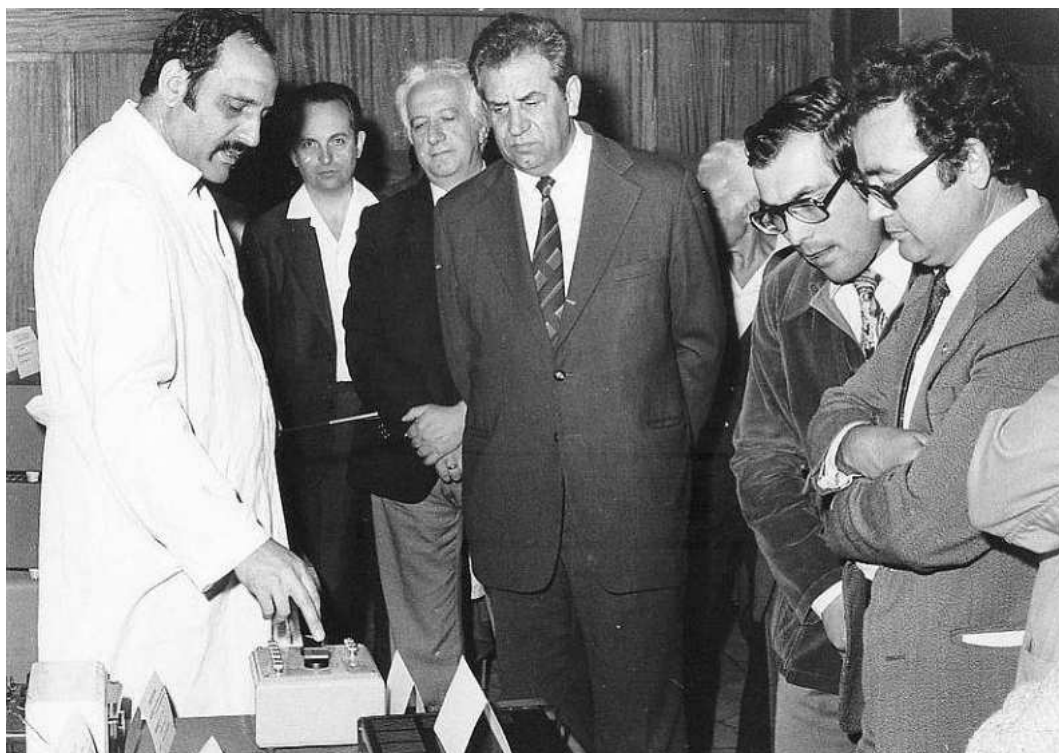


Figure 4. Visit the semi-automatic PALMA line

Glogov worked on a Project for the construction of a Cybernetic system for the technological management of crop production, the task of which was approved by the Chairman of the CC of NAIC (Глоггов, 1985а, b).

In 1986, Lyuben Glogov was finishing his Doctoral dissertation, which unfortunately he could not defend due to his untimely death.

PROFESSOR DSc. IVAN PETROV GARBOUCHEV



Born on January 1, 1924, in Malenovo village, Yambol district. Died 1997, Sofia.

He graduated from the Secondary Agricultural School in the town of Sadovo, and graduated from the Kharkov Agricultural Institute "V.V. Dokuchaev", Ukraine.

From 1953 to 1961, he was the director of the Dobrudja Agricultural Institute, General Toshevo. During the period 1961-1962, he was Deputy Minister of the Ministry of Agriculture. He specialized at Rothamsted Experimental Station, England, under Professor George W. Cooke.

From 1964 to 1977, he was the director of the Institute of Soil Science "Nikola Poushkarov" with a break of 2 years, when he was Deputy Rector of the Agricultural Academy. He worked as an advisor in FAO and Head Sector for the Protection and Reproduction of Lands and Soils in the UNEP program (БПД, 2007, стр. 35).

The main direction of his scientific work is Sustainable Agriculture. The goal of sustainable agriculture is to meet society's food and textile needs in the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. Producers can use methods to promote soil health, minimize water use, and lower pollution levels on the farm (Agricultural Sustainability Institute, 2019); (Wikipedia, 2019).

The term "Sustainable Agriculture" was defined in 1977 by the USDA as an integrated system of plant and animal production practices having a site-specific application that, in the long term, will:

- meet human needs for food and fiber;
- improving the quality of the environment and the natural resource base on which the agricultural economy depends;
- make the most efficient use of non-renewable resources and on-farm resources and integrate, where appropriate, natural biological cycles and controls;
- maintaining the economic viability of agricultural operations;
- improving the quality of life of farmers and society as a whole.

On the initiative of Ivan Garbouchev, work was started on the creation of an Automated System for Fertilization Recommendation (Гърбучев, Садовски, 1974; Гърбучев и др., 1975; Гърбучев, Садовски, 1978).

He paid special attention to the phosphorus problem and the chemicalization of agriculture (Garbouchev, 1981). In 1982, the invention "Method for obtaining superphosphate-phosphoric fertilizer" was awarded, the work of Prof. Dr. Ivan Garbouchev with a team from the Institute of Soil Science "Nikola Poushkarov".

His doctoral dissertation on this topic was published in Bulgarian and Russian (Гърбучев, 1978; Гърбучев, 1981).

Ivan Garbouchev is the forerunner of the use of Geographic Information Systems in Bulgarian soil science (Garbouchev et al., 1978). A geographic information system (GIS) is a computer system for capturing, storing, verifying, and displaying data related to positions on the earth's surface. A GIS can display many different types of data on a single map, such as streets, buildings, soils, and vegetation. This allows people to more easily see, analyze, and understand patterns and relationships (GIS, 2024).

Ivan Garbouchev organized the Second Conference of the International Society for Soil Information Systems (ISSS) in Bulgaria (Sadovski, Bie, 1978). With the participation of prominent experts in the field Dr. Stein Bie, Prof. John Gower, Dr. Jean Riquier, Dr. Klostermann, and Prof. Teyachi (Figure 5).



Figure 5. Second Conference on Soil Information Systems, 1977

Thanks to Garbouchev's efforts, funds were secured under the FAO project to purchase modern computing equipment for the Institute. It was the most powerful minicomputer at the time for the country.

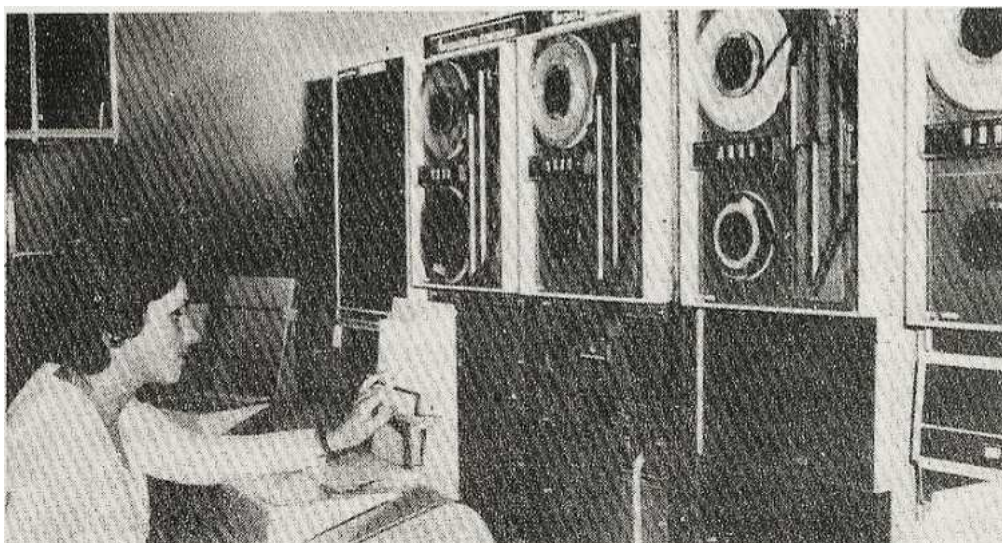


Figure 6. NOVA-ECLIPSE minicomputer at ICC, 1976

With his help and the developed software, in 1980 recommendations were given for the fertilization of 71,404 fields covering 30,210,738 decares. For these achievements, the project team was awarded by SCSTP with a certificate and a cash prize (ДКНТП, 1980).

An interesting and unknown episode related to the transfer of Prof. Garbouchev to Deputy Rector of the Agricultural Academy and the appointment of Prof. Kiril Enikov as director of the Institute. There was general dissatisfaction at the Institute and a petition for Garbouchev's return appeared, initiated by Elena Neykova-Bocheva. The horrified party leadership of the Agricultural Academy is trying to hold the signatories to account. A small group of enthusiasts wants a meeting with the Minister of Agriculture Valkan Shopov. He noted that he knew Garbouchev's high scientific and organizational qualities, but was unable to help his recovery. The next meeting of this group was with the Secretary of the Central Committee of the BCP Ivan Abadjiev, but he rudely refused them. They only had the hope of a meeting with the General Secretary of the BCP Todor Zhivkov. Later, such a meeting took place and after a visit of Zhivkov and First Deputy Chairman of the Council of Ministers Tano Tsolov with a foreign delegation to the Institute, it was decided that Ivan Garbouchev to be reinstated as Director of the Institute "N. Poushkarov".

The years after 1997 were a period of gradual reduction in the number of scientific and support staff of the Institute and underestimation of its importance for Bulgarian science and agriculture.

Due to the improper and ownerless attitude of the Ministry of Agriculture and the Agricultural Academy to the Institute, the large building of the Department of Large-Scale Soil-Agrochemical Research collapsed and was then completely destroyed.

In the last few years, the "Nikola Poushkarov" Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection managed to overcome financial difficulties through a significant increase in the projects financed by the Scientific Research Fund, the Agricultural Academy and the programs of the European Union. The Institute has a staff of 154 people. The scientific issues of research are also enriched. An invention patent has been registered.

Let's hope that a future Bulgarian government will be found that will understand the importance and need for a strengthened and large Institute of Soil Science and the restoration of the Bulgarian Academy of Agricultural Sciences.

Conclusion

Let's pay tribute to the Patriarch of Bulgarian soil science, Nikola Poushkarov, on the day of the 150th anniversary of his birth!

The period from 1973 to 1986, when the directors of this institute were Associate Professor Lyuben Glogov and Professor Ivan Garbouchev, can be called the Golden Age of the Institute "N. Poushkarov".

Their scientific and organizational qualities are highlighted as forerunners of modern scientific fields - Ecological Engineering, Sustainable Agriculture, Precision Agriculture, and Geographical Information Systems.

References

- БПД. (2007). Алманах на българските почвоведи. ПъблишСайСет-Еко, София. ISBN: 978-954-749-069-7.
- Глогов Л. и колектив. (1977). Автоматизирана система за агрохимическо обслужване на селското стопанство. Технически проект. МЗХП, ИППД "Н. Пушкин", София.
- Глогов Л.В. (BG), И.И. Свентицкий (SU), Г.Д. Георгиев (BG), В.Н. Волков (SU), И.Д. Христов (BG), В.А. Мудрик (SU) (53) 581.112. Судницын Н.И. Движение

- почвенной влаги и водопотребление растений. МГУ, 1979, с. 148. Устройство определения влагообеспеченности растений.
- Глогов Л. и др. (1980). Инженерен проект за получаване на програмиран (действително възможен) добив зърно от царевица в НРБ през 1980 г. ИППД "Н. Пушкиров", София.
- Глогов Л. (1981). Агроекологични бригади - Единен план за национални агрономически изследвания. Доклад, ИППД, София /непубликуван/.
- Глогов Л. (1984). Агроекологични модели на плодородието. Интензификация: Биоклиматичният потенциал на страната. в. "Кооперативно село", № 92, 16 апр. 1984. София.
- Глогов Л. (1985a). Техничко-икономическо задание за изграждане на Кибернетична система за управление на добивите. НАПС, ССА, София /непубликуван/.
- Глогов Л. (1985b). Проект за изграждане на Кибернетична система за технологично управление на растениевъдството. ИППД, ССА, София /непубликуван/.
- Гърбучев И., А. Садовски. (1974). Основни принципи на автоматизираната система за почвено-агрохимическо обслужване на селското стопанство в НРБ. Селскостоп. наука, т. XIII, № 2, 111-122. София.
- Гърбучев И., М. Беневски, А. Садовски, Л. Христова. (1975). Автоматизирана система за почвено-агрохимическо обслужване на селското стопанство. Технически проект. ССА, И-т по почвознание и агрохимия "Н. Пушкиров", София.
- Гърбучев И. (1978). Регулиране на фосфатния режим на основните почви в България. Земиздат, София.
- Гърбучев И., А. Садовски. (1978). Прогнозиране на торовите норми въз основа на предишното торене, добивите и почвения анализ. Почвозн. и Агрохим., XIII, № 1, 66-72. София.
- Гърбучев И. (1981). Регулирование фосфатного режима в основных почвах Болгарии. Колос, Москва.
- ДКНТП. Протокол и персонални награди за научно-технически постижения през 1980 т. София.
- ИППД. (1980). Инженерен проект за получаване на програмиран /действително възможен/ добив зърно от царевицата в НРБ през 1980 г. София.
- Теохаров М. 110 години от първия фундаментален труд на Никола Пушкиров за генезиса на почвите и неговото непреходно значение. Н. Сесия "Екология и Агротехнологии – Фундаментална наука и практическа реализация", София, 10-11 Окт. 2019.
- Шатилов И.С., А.Ф. Чудновский. (1980). Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая. Ленинград, Гидрометеиздат.
- AgroCares. (2020). What is the difference between precision, digital, and smart farming? <https://www.agrocares.com/en/news/precision-digital-smart-farming/>.
- Agricultural Sustainability Institute. (2019). Sustainable Agriculture. <https://asi.ucdavis.edu/programs/ucsarep/about/what-is-sustainable-agriculture>.
- EPRS. (2016). Precision agriculture and the future of farming in Europe. Scientific Foresight Study. PE 581.892, ISBN 978-92-846-0475-3. DOI: 10.2861/020809.
- Garbouchev I., A. Sadovski, M. Benevski. (1978). Crop monitoring based on soil information systems. In: (Sadovski, Bie. Eds.) Developments in Soil Information Systems. Pudoc, Wageningen.
- Garbouchev, I.P. (1981). The manufacture and agronomic efficiency of a partially acidulated phosphate rock fertilizer. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:970-974.
- GIS. (2024). Open Educational Resource <https://education.nationalgeographic.org/resource/geographic-information-system-gis/>

- Odum H.T. et al. (1963), Experiments with Engineering of Marine Ecosystems, in: Publication of the Institute of Marine Science of the University of Texas, 9: 374-403.
- OECD. Sustainable Management of Water Resources in Agriculture. 2010, 122 p.
- Sadovski A., S.W. Bie. (Eds). (1978). Developments in Soil Information Systems. Pudoc, Wageningen.
- Sadovski A. (2020). Precision agriculture through agroecological approach and mathematical modeling. Ecological Engineering and Environment Protection, No 2, p. 63-69. doi.org/10.32006/eeep.2020.2.6369.
- Teoharov M. (2016). One Hundred and Five Years of Soil Science in Bulgaria. Bulgarian Journal of Soil Science, Volume 1. Issue 1. ISSN 2367-9212
- UC Davis. What is sustainable agriculture? Agricultural Sustainability Institute. 2017. <http://asi.ucdavis.edu/programs/sarep/about/what-is-sustainable-agriculture>.
- Wezel A., B. Herren, R. Kerr, E. Barrios, A. Gonsalves, F. Sinclair. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. Agronomy for Sustainable Development, <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>
- Wikipedia. (2019). Sustainable agriculture. https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_agriculture. Access at 01.09. 2024.
- Wikipedia. (2024). Ecological engineering. Access at 15.09.2024. https://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_engineering

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ

(ПЪЛЕН ТЕКСТ)

ORAL REPORTS

(FULL PAPER)

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

(ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)

THE AGRO-FOOD SECTOR OF GREECE. THE EXISTING SITUATION AND PROSPECTS

Christos Paschalidis^{1*}, Dimitrios Petropoulos¹, Dimitrios Paschalidis², Stavros Sotiropoulos¹, Marina Giannatou³, and Antonia Koriki¹

¹*University of Peloponnese, School of Agriculture and Food, Antikalamos, Kalamata, Greece*

²*CGK Consulting Ltd, Maroussi, Greece*

³*Customer Service Officer of Piraeus Bank Greece*

**e-mail: chpaschal46@yahoo.gr*

Abstract

In Greece, agriculture plays a key role in supporting the socio-economic sustainability of rural areas, as this sector is the main user of agricultural land. In Greece, agriculture covers a large part of its territory. The agricultural sector is a key pillar of the national economy and also the contributor to food sufficiency, as a major supplier of food processing and is closely linked to the transport, wholesale and retail sectors.

Key words: Soil resources, Sustainable agriculture, Agricultural production, food manufacturing.

Introduction

Agriculture plays a multidimensional role, covering many and sensitive sectors, both socio-economic and environmental. In the past, the contribution of the agricultural sector in Greece was a means of reviving the post-war economy of Greece, while in the current era of global economic crisis and pandemic remains stable and has always been of considerable means of growth. It participates in many indicators of the economy and affects it to a great extent. Agriculture's contribution to the economy is attained through the products produced and through the foreign exchange markets involved. In addition, it is a feeder of a range of products and services, determining both food self-sufficiency and food safety, producing better and safer food, regulating other sectors of the economy, such as processing and the country's trade balance. Sustainability of agricultural production is vital for humans because agriculture is the main food resource for the growing population. Soil fertility management and quality-health is the key to the development of sustainable agriculture (Simonis and Setatou, 2008). At the same time, agriculture has been implementing regulations in recent years, by preserving and protecting the environment. The participation of agriculture in the development of a country's economy depends on many factors, such as the country's national wealth, territory, its international relationships and the level of economic development. The larger the agricultural sector, the greater its participation in the economy. It is also a fact that as an economy develops, the participation of the agricultural sector decreases and this is due to the inelastic demand for agricultural income and the increase in agricultural inputs from non-agricultural sectors, as well as the increase in the share of expenditure of its products intended for processing.

Materials and Methods

In this paper, the statistical data used have come from the databases of the Hellenic Statistical Authority, of the Ministry of Rural Development and Food and are supplemented with additional information from Eurostat.

Results and Discussion

The agricultural sector is a key pillar of our national economy. The sector is a key contributor to food sufficiency, is a major supplier of food processing and is closely linked to the transport, wholesale and retail sectors. The agricultural sector in Greece is characterized by the large number of small farms. The number of agricultural holdings in Greece is about 800,000 and their average size is 4.5 hectares. The total cultivated agricultural land (arable crops, horticultural land, permanent crops and areas in fallow) in the year 2022 amounts to 28,959.7 thousand hectares.

In 2022, arable crops (net area) occupy 56.6% of agricultural land (16,381.6 thousand acres). There is also an agro-food sector and animal husbandry. Livestock production is of special economic, social and environmental value, as it is a multifunctional activity that utilizes mountainous and disadvantaged areas of the country, which are unsuitable for other uses.

The importance of animal production in the development of the country is also indicated by the fact that it contributes 29.7% of the total gross value of agricultural production.

The relationship between plant and animal production, in terms of the value of the products produced, remains at 70/30, at exactly the same levels as in the 80s, in contrast to corresponding average value in the European Union (EU). The value of animal products produced in Greece constitutes only 1.6% of its total value of agricultural production in the EU of 28. The country is characterized by a permanent deficit in production of animal products, which is covered by increased imports, which over time constitute approximately 30% of the imports of agricultural products and food and weigh on the country's trade balance in this sector, with approximately 2 billion euro. The development of animal husbandry in Greece, as well as the evolution of the structure of the branches of animal production, has been significantly influenced by geographical location and by soil and climate conditions that prevail in the country, from the implementation of the Common Agricultural Policy (CAP), as well as from the gradual transformation of Greek society, from productive to consumer.

Intense competition with the crop production sectors for the use of the soil, which results in the high cost especially of roughage, and the perennial inability to utilize by-products for fodder and demarcation of pastures, deprived animal husbandry of the rational utilization of available natural resources and made it unable to cope in the competition of imported products and to improve the productivity of its individual branches. The development of livestock breeding in Greece has always been based on imported know-how, foreign standards of stable facilities and breeding management, while, with the exception of sheep and goat farming, the animal material is all imported.

The now developed sector is poultry farming followed by pig farming which however, due to of low productivity and high production costs, is characterized by reduced competitiveness. Sheep and goat farming is the most important branch of animal production in Greece.

In European level, Greece is the first country in number of reared goats and fourth in number of farmed sheep. The special economic importance of sheep and goat farming indicated by the production of high amounts of dairy products, with high degree of export activity worldwide (feta, yogurt).

Cattle breeding is the most deficient branch of Greek animal production, covering today about 40% of the country's needs in cow's milk and barely 15-20% of beef needs, including imported calves for fattening.

The result of this situation is a significant economic hemorrhage to the rest of the EU countries, from which we mainly import the corresponding products. In addition, in recent years, domestic production has been continuously decreasing, resulting in the relative balance worsens.

The current situation in Greece can be summarized as follows:

- a) Egg consumption: 11 kg/ inhabitant/ year,
- b) Poultry meat consumption: 21-23 kg/ inhabitant/ year,
- c) Egg production: 120,000 tons and
- d) Meat production: about 165,000 tons (or about 40% of the total domestic meat production).

The country's degree of self-sufficiency in eggs reaches 95% and in meat 75%. In addition, the poultry industry provides 15,000 jobs. Important part continues to be the sector of local poultry farming, while the developing organic, mainly egg-producing, poultry farming holds a significant share.

The Agri-Food sector also contributes significantly to Greek exports. In 2020, Agri-Food sector contributed 4.7% of the total Gross Value Added of Greece. It is a factor of social cohesion, as it employs over 400,000 people and represents approximately 10% of total employment in Greece. The food, beverage and tobacco industry is the largest employer in domestic manufacturing, employing 39% of the workforce. After many years in which the trade balance of its products remained in deficit, in 2020 it showed a positive trade balance of €207 million, due to improved export performance, combined with a slight decrease in imports. In Greece, the Agri-Food sector is called upon to strengthen its traditionally low productivity by increasing the size of agricultural holdings, supporting partnerships, investing in the adoption of technological innovations and strengthening the level of agricultural education of farmers.

Conclusion

While Greece has significant natural advantages for plant cultivation, crop production faces significant deficits in terms of know-how as well as in terms of organization and marketing. An important reason that makes it difficult to modernize farms for crop production is their small size. Increasing the average size of crop farms is expected to contribute to the improvement and better utilization of technological equipment and infrastructure. At the same time, it can help to show greater adaptability to changes taking place internationally, in order to increase their competitiveness and create better marketing conditions for products and exports

References

- Kaditi E. and Nitsi, E. 2010. Agricultural Sector in Greece, Athens, p. 266. (In Greek).
- Karanikolas P. 2017. Agricultural Economy and Politics. Agricultural University of Athens
- Larissi Ef. 2014. The course of the agricultural sector in Greece
- Simonis A. and Setatou, E. 2008. The problems of the global food crisis a concise soil approach. Proceedings of the 12th Panhellenic Soil Conference.
- Paschalidis C., et al. 2020. Soil Resource and the Roil in Agriculture Sector of Greek Economy. Environment and Ecology Research 8(3) pp.70-75.
- Paschalidis Ch., Petropoulos D., et al. 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., et al. 2015. Greek Agriculture and Soil Resources. International Conference. Soil and Agrotechnology in a Changing World, 11-15 May 2015, Sofia.
- Petropoulos D. 2020. Introduction to Agricultural Economy Dissigma Publicationsp.279.
- Piraeus Bank 2020. On Earth. Edition for the rural economy. Issue 16. (In Greek).

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДИСТАНЦИОННИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЧРЕЗ БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ ЗА НАБЛЮДЕНИЕ НА ВЕТРОВА ЕРОЗИЯ

Августа Степчич¹, Кристиан Кирилов²

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

² *Софийски университет "Св. Климент Охридски"*

e-mails: a.stepchich@issapp-pushkavor.org; Kristianhk@student.uni-sofia.bg

Резюме

Ветровата ерозия е една от главните причини за загуба на плодородна почва. Един от най-популярните методи за опазването ѝ е изграждането на полезащитни растителни пояси. Настоящото изследване има за цел да разгледа възможностите за приложение на безпилотни летателни системи (БЛС) за наблюдение на територии засегнати от ветрова ерозия и състоянието на полезащитните пояси. За целта е направена литературна справка и са направени пробни заснемания на малка площ с DJi Air2s. Получената информация ще бъде използвана за определяне на възможностите за използване на БЛС за проследяване на развитието на ветровата ерозия.

Ключови думи: БЛС, почва, обработваема земя, ерозионност на ветровете, фотограмметрия.

APPLICATION OF REMOTE SENSING BY UNMANNED AERIAL SYSTEMS FOR WIND EROSION MONITORING

Avgusta Stepchich¹, Kristian Kirilov²

¹ *Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Poushkarov",
² Sofia University St. Kliment Ohridski*

e-mails: a.stepchich@issapp-pushkavor.org; Kristianhk@student.uni-sofia.bg

Abstract

Wind erosion is one of the main causes of loss of fertile soil. The construction of shelterbelts is one of the most popular methods for soil protection. The present study aims to examine the possibilities of applying unmanned aerial systems (UAS) to monitor territories affected by wind erosion and the condition of shelterbelts. For this purpose, a literature reference was made and test shots were taken on a small area with DJi Air2s. The information obtained will be used to determine the possibilities of using UAS to track the development of wind erosion.

Key words: UAS, soil, agricultural land, soil erodibility, photogrammetry.

Въведение

Нарастващият интерес на хората към новите технологии и в частност към използването на безпилотни летателни системи (БЛС) поставя редица въпроси. Някои от интересните е как могат да се прилагат БЛС в науката, какво може да се

наблюдава с тяхна помощ, колко ефективни са при теренни проучвания и други. Често пъти изследването на дадена територия се осъществява на място или лабораторно (сателитни изображения и снимки). Заснемането на територията със самолет е скъпо и бавно, а сателитните изображения не винаги дават необходимата информация за терена. БЛС са леки и лесно преносими и позволяват да се заснеме участък, подложен на някакво външно въздействие. В редица случаи, когато е необходимо бързо организиране и изпълнение на заснемането, например в случаите на природни или техногенни бедствия, БЛС се оказват единствен вариант за реализиране на т. нар. бързо картографиране (Filipov, 2017). Тези системи навлизат изключително бързо и в съвременното земеделие. Чрез прилагането на различни сензори може да се проследява развитието на културите, необходимостта от наторяване и други.

Целта на настоящето изследване е да се разгледат възможностите за прилагане на БЛС за мониторинг на ерозията на почвата – водна и ветрова

Материали и методи

Безпилотната летателна система е клас самолети, които могат да летят без присъствие на пилот на борда. Те могат да бъдат управлявани от налично електронно оборудване на превозното средство и на GCS (наземна контролна станция) или директно от земята. Най-ранното използване на БЛС за бойни действия е регистрирано през юли 1849 г. (Hallion, 2003) с носител на балон (предшественик на самолетоносача) (Kaplan, 2013) при първото нападателно използване на въздушна мощ във военноморската авиация. С развитието и намаляването на размерите на техниката през 80-те и 90-те години на XX век, интересът нараства и започват да се използват от военните сили на САЩ.

В литературата се срещат и други термини като дрон, дистанционно управляван самолет (Bendea et. al., 2014). БЛС могат да се класифицират в зависимост от различни характеристики, като дизайн, продължителност на полета, височина на полета, операционна система и други. Възможностите им са много и поради тази причина могат да се използват за различни цели, както от военните, така и в научните среди. Основните направления, които се използват от науката са за мониторинг на околната среда: състояние на климата, хидрогеоложки и геофизичен контрол, мониторинг на райони засегнати от природни бедствия, замърсявания, археологически проучвания, пръскане с препарати на земеделски земи, наблюдение на граници и трафик и много други.



Фигура 1. БЛС модел Dji Air2s

Резултати и обсъждане

В настоящето изследване е разгледана възможността да се прилага БЛС за наблюдение и проследяване на ветрова ерозия. Този процес е пряко зависим от

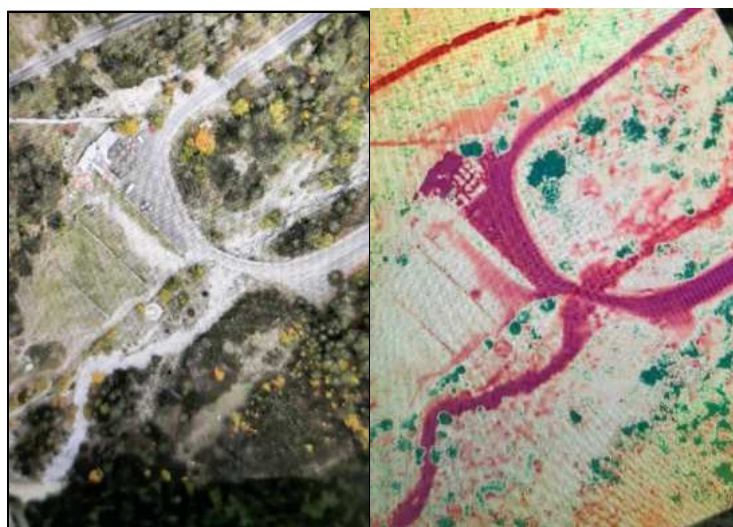
взаимодействието на почвите, растителността, начинът на стопанисване на земята и атмосферата. Изследването на ветровата ерозия е свързано със събиране на данни от терен, като по този начин не се получава пълна картина на състоянието на терена. Събраните проби често са недостатъчни, наборът от информация е малък, липсва обемна информация и др. (Zhang, 2021). Използването на БЛС би позволило заснемането на по-голяма територия и получаването на по-пълна картина за терена (Фигура 2).



Фигура 2. Заснемане на път с БЛС

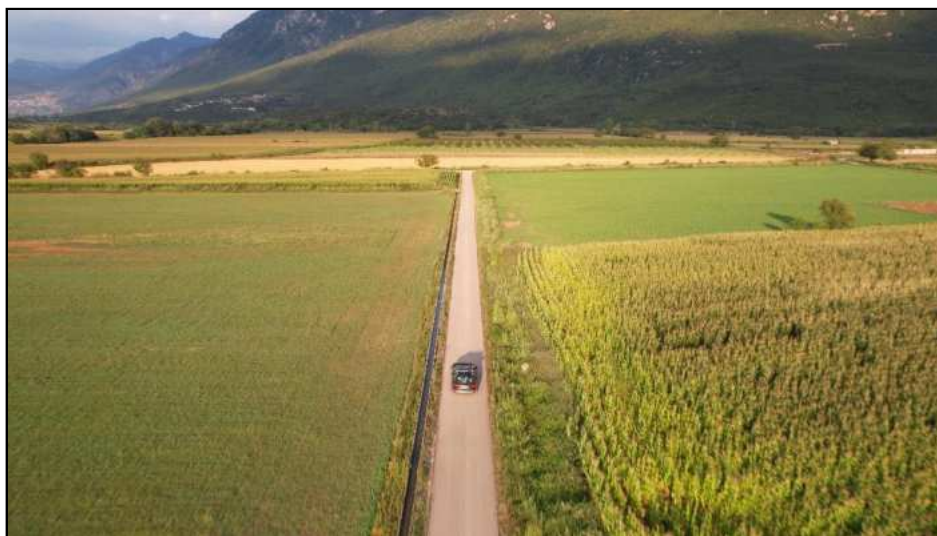
На фигура 2 е показано заснемане с БЛС на планинска територия, включваща пътна инфраструктура. Този метод позволява да се наблюдава както пътя, така и околната среда. При по-задълбочено проучване дава възможност да се следи от една и съща точка развитието на ерозионните процеси.

През последните години все повече се проучват модели, чрез които да се проследява процесът на ветрова ерозия. Cunliffe et al. (2016) използват физически модел, за да определят биомасата от единна култура, като използват обемна информация от БЛС за модел на основата на движението (SfM). Gillan et al. (2017) използват дигитален модел на терена (DTM) извлечен от базиран на БЛС цифров повърхностен модел (DSM), за да се открие промяната на ландшафта от ветрова и водна ерозия.



Фигура 3. Експериментално заснемане на обект с БЛС

На Фигура 3 е показано експериментално заснемане с Dji Air2s и обработено с софтуерен продукт на PhotoShop. Показва възможността да се разделят визуално отделните елементи на терена и при необходимост да се използват други програми за изчисления.



Фигура 4. Заснемане на земеделска земя с БЛС

Както бе споменато по-горе в текста, БЛС навлиза с бързи темпове и в земеделието. Прилагането на различни сензори и възможностите на БЛС позволяват както наблюдаването на терена, така и на определени култури в частност. Теренното събиране на информация е времеемко и понякога скъпо. БЛС дава възможност за по-кратко време да се проследи по-голяма територия и да се събере повече база данни. На сегашното ниво на развитие на техниката съществуват големи БЛС, чрез които се осъществява не само наблюдение, но и дават възможност за прилагане на торове. Чрез различни програми и филтри може да се следи състоянието на културата и да се определи нуждата от допълнителна намеса.

Заклучение

Качествените пространствени данни залягат в основата на редица геопропространствени анализи и оценки, а също се ползват и при изготвяне на сценарии за бъдещи промени. Множество изследователски екипи използват безпилотни летателни системи в своите проучвания като средство за набавяне на висококачествени и високоточни актуални данни. Възможностите на БЛС за получаване на информация за терена са неограничени, но в същото време все още няма установени методи и модели, чрез които да се набавят необходимите данни. В научно отношение безпилотната система би могла да има положителен ефект, тъй като ще намали времето и гледната точка за пробонабиране. Ще даде възможност за по-обстойно разглеждане на даден терен и не на последно място по важност може да се проследява с голяма точност една и съща територия.

Литература

- Cunliffe, A.M.; Brazier, R.E.; Anderson, K. Ultra-fine grain landscape-scale quantification of dryland vegetation structure with drone-acquired structure-from-motion photogrammetry. *Remote Sens. Environ.* 2016, 183, 129–143.
- Filipov A. Applying unmanned air systems for photogrammetric goals. *Annual of Sofia University “St. Kliment Ohridski”. Faculty of Geology and Geography. Book 2-Geography. Vol. 109.* 2017.

- Gillan, J.K.; Karl, J.W.; Elaksher, A.; Duniway, M.C. Fine-Resolution Repeat Topographic Surveying of Dryland Landscapes Using UAS-Based Structure-from-Motion Photogrammetry: Assessing Accuracy and Precision against Traditional Ground-Based Erosion Measurements. *Remote Sens.* 2017, 9, 437.
- Hallion, Richard P. Taking Flight: Inventing the Aerial Age, from Antiquity through the First World War. Oxford University Press. p. 66. ISBN 978-0-19-028959-1. 2003.
- Kaplan, Philip (2013). Naval Aviation in the Second World War. Pen and Sword. p. 19. ISBN 978-1-4738-2997-8. Archived from the original on 27 February 2023. Retrieved 19 August 2019.
- Zhang, J., W. Guo, B. Zhou, G. S. Okin. Drone-Based Remote Sensing for Research on Wind Erosion in Drylands: Possible Applications. *Remote Sens.* 2021, 13, 283. <https://doi.org/10.3390/rs13020283>. 15 January 2021.

ОЦЕНКА НА ПОЧВИТЕ И ГЕОПРОСТРАНСТВЕНАТА ДИНАМИКА ПРИ РЕКУЛТИВАЦИЯТА НА СГУРООТВАЛ „СЕДМИ СЕПТЕМВРИ“

Кристиян Панайотов*

Институт за Изследвания на Климата, Атмосферата и Водите - БАН

**e-mail: kristiyanpanayotov@gmail.com*

Резюме

Рекултивацията на сгуроотвал „Седми Септември“ е необходима поради значителното влошаване на околната среда, вследствие на промишлени отпадъци. Настоящото изследване използва мултидисциплинарен подход (геопространствен анализ и почвено пробовземане) за оценка на екологичното състояние. Идентифицирани са зони на замърсяване, ерозия и деградация, чрез ГИС, което позволява оптимално разпределение на ресурсите за възстановяване. Анализът на 14 почвени проби включва показатели като рН, тежки метали и макроеlementи, които надвишават допустимите норми според ЕС, подчертавайки необходимостта от спешни мерки за екологична рекултивация.

Ключови думи: почви, геопространствен анализ, тежки метали, рекултивация, сгуроотвал.

EVALUATING SOILS AND GEOSPATIAL DYNAMICS IN THE RECLAMATION OF THE "SEDMI SEPTEMVRI" SLAG HEAP

Kristiyan Panayotov*

*Climate, Atmosphere and Water Research Institute at Bulgarian Academy of Sciences,
Sofia, Bulgaria*

**e-mail: kristiyanpanayotov@gmail.com*

Abstract

The remediation of the "Sedmi Septemvri" slag heap is necessary due to the significant environmental degradation caused by industrial waste. This study uses a multidisciplinary approach (geospatial analysis and soil sampling) to assess the environmental condition. Areas of contamination, erosion and degradation were identified using GIS to allow optimal allocation of resources for remediation. Analysis of 14 soil samples revealed indicators such as pH, heavy metals and macroelements that exceeded EU limits, highlighting the need for urgent environmental remediation.

Key words: soils, geospatial analysis, heavy metals, reclamation, slag heap.

Въведение

Сгуроотвалите са депа за индустриални отпадъци от въглищните топлоелектрически централи, съдържащи пепел и други остатъци от изгарянето на въглища. Разположени често близо до населени места, тези съоръжения могат да представляват риск за общественото здраве, затова рекултивацията им е от съществено значение за предотвратяване на дълготрайни екологични и здравни вреди (Nikova и др., 2020). Чрез технически и биологични мерки се цели стабилизация на терена и ограничаване на разпространението на токсични

вещества. Тежките метали, съдържащи се в отпадъците от въглищни централи като олово, кадмий и цинк, замърсяват почвите и представляват сериозна заплаха за екосистемите и биоразнообразието. Тези замърсители се натрупват в хранителната верига и могат да засегнат човешкото здраве (Alloway, 2013). Регулярното изследване на почвите за тежки метали чрез методи като атомно-абсорбционна спектрометрия (AAS) е от съществено значение за оценка на замърсяването и ефективността на рекултивационните мерки (Kabata-Pendias, 2010). Изследването на рН на почвите, разкрива физикохимичните условия, които влияят върху мобилността на тежките метали и почвеното здраве (Arjomandi & Shirkhanloo, 2019).

Изследването се концентрира върху актуалното състояние на сгуроотвал „Седми Септември“, създаден на мястото на бившия въгледобивен рудник „Куциян“ и използван за натрупване на промишлени отпадъци (RIEW-Sofia, 2021). Въпреки планираните срокове за завършване на рекултивацията до 18 януари 2022 г. (Toplofikatsia - Pernik, 2021), голяма част от терена остава нерекултивирана, което увеличава екологичния риск в района.

Задачите включват пространствен анализ на терена и събиране на почвени проби, последвано от лабораторен анализ на химичния състав, за да се установи степента на замърсяване и почвеното състояние.

Материали и методи

Обект на изследване- Сгуроотвалът „Седми Септември“, обхваща площ от 1 107 000 кв. метра (790 декара) и средна надморска височина от 789 метра. Той е разположен в южната част на Пернишката котловина, в близост до квартал „Калкас“ и ТЕЦ „Република“. Умерено континенталният климат се характеризира с температурни инверсии през зимата (средна температура януари -1.7°C) и максимална температура през юли ($+21.0^{\circ}\text{C}$), като средните годишни валежи достигат 606 mm (Velchev и др., 2002). Почвената покривка е разнообразна, като включва ерозирали канелени почви на север и хумусно-карбонатни на юг, попадайки в широколистната горска зона на Илирийската провинция. В околността се срещат смесени гори и защитена зона „Острица“ (Penin, 2007). В миналото теренът е бил езерно дъно, чийто геологически особености са стимулирали икономическото развитие чрез залежите от кафяви въглища (Velchev и др., 2002).

Теренен и Геопространствен анализ - В периода 15-19 януари 2024 г. беше извършен теренен анализ, включващ геопространствено зонироване, пробовземане и наблюдения на територията на сгуроотвал „Седми Септември“. За целите на изследването бяха използвани географски информационни системи (ГИС). Софтуерът ArcGIS Pro 3.2, беше използван за зонироването и детайлното картографиране на терена. Територията беше разделена на осем зони (Фигура 1) с различни характеристики според растителната покривка, почвените особености и наличието на инфраструктура. Югоизточната зона включва новоизграден фотоволтаичен парк, докато югозападната и северната зона се характеризират със значителни насипи от строителни отпадъци и провеждане на техническа рекултивация. Така се обособиха представителни локации за пробовземане.

Почвено пробовземане - Целта на изследването е да определи химичния състав на почвите в територията на сгуроотвала „Седми Септември“ чрез методологичен процес, включващ предварителен геопространствен анализ и теренно пробовземане. Географският информационен анализ в ГИС среда осигурява работен полигон и определя точките за пробовземане, като включва предварителна подготовка с преглед на съществуващата документация. Взети са 7 композитни проби от 14 локации на дълбочина 15-20 cm, съгласно указанията на ФАО (2019), и са съхранени при контролирани условия до предаването им в лаборатория.



Фигура 1. Зониране (ляво) и Локации на пробите (дясно) разположени на територията на сгуруотвал „Седми Септември“. За подложки на картите са използвани сателитни изображения от платформата ArcGIS Pro (Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA FSA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community).

Анализ на данни - Извършени са лабораторни изследвания на 13 химични показателя. Тежките метали са изследвани чрез атомно абсорбционен спектрометър (AAS) Perkin Elmer 5000. Азот е определен чрез анализатор по метода на Kjeldahl (уред Kjeltex 1030), а почвената реакция във воден разтвор. Методът Mehlich-3 е използван за определяне наличието на фосфор и калий.

При анализът на данните за тежки метали (Фигура 2) са използвани референтни стойности на данни от доклада на ЕС (AGRIINFO, 2022), които са сравнени с резултатите от настоящото изследване, за да се определи степента на замърсяване и рисковете. Данните от сгуруотвала бяха допълнително сравнени с почвени проби, характеризиращи се с идентични климатични условия и pH. Референтните стойности бяха извлечени от база данни, разработена от компанията Агровар в периода 2022-2023г. въз основа на систематичен мониторинг на земеделски почви от различни региони на България. Данните включват лабораторни анализи на азот, фосфор и калий в почви със сходни характеристики на тези в района на изследването, проведени при стандартизирани времеви и пространствени условия.

Резултати и обсъждане

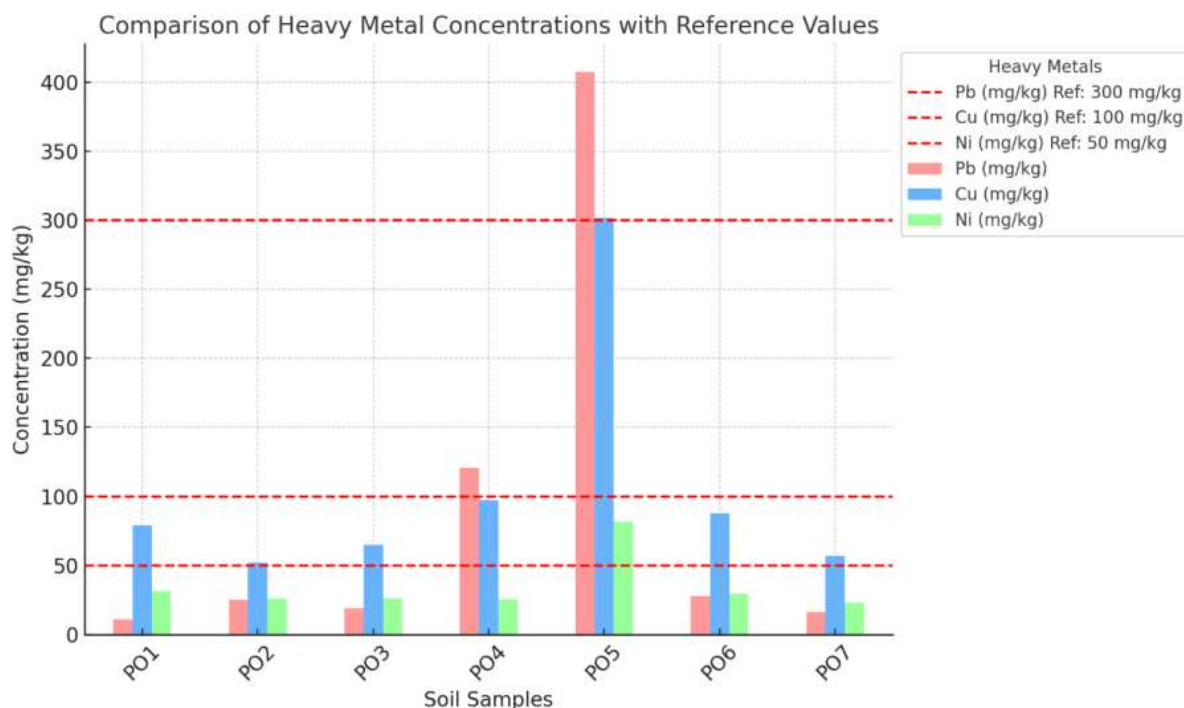
Анализът на почвените проби от сгуруотвал „Седми Септември“ разкрива химичните свойства и потенциалните рискове за околната среда, необходими за разработването на стратегия за рекултивация. Растителността в сгуруотвала показва, че значителна част от района е или без растителност, или спорадично се наблюдават тревисти видове, приспособени към екстремни условия. Това са

предимно ниски треви и тръстики, характеризиращи се с висока устойчивост на алкалност и соленост. Липсата на хумусен слой, съчетана с тежките почвени условия, сериозно възпрепятства развитието на дълготрайни дървесни растителни видове.

pH- Стойностите варират от 7.8 до 9.4 (Таблица 1), което категоризира почвите като силно алкални. Това оказва негативно въздействие върху биохимичните процеси, като намалява присъствието на основни хранителни вещества, включително желязо (Fe), манган (Mn), цинк (Zn) и бор (B), които са жизнено важни за развитието на растенията. Анализът на данните с референтни стойности от същия регион (Фигура 3 - дясно) показва съществени различия в химичния състав, въпреки сходните климатични условия и алкалност ($pH > 7$). Почвите от северната част са силно алкални, а такива стойности не се наблюдават дори в ерозирали земеделски почви в обхвата на изследването.

Таблица 1. Данни на химичните показатели

Проба (код)	pH (H2O)	общ N (%)	общ P (mg/kg)	K (mg/kg)	Fe (%)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Na (mg/kg)
PO1	8.20	0.04	485	3369	3.0	11.0	79	173	46	<0.5	21.3	31.2	564
PO2	8.30	0.04	542	1658	2.6	25.1	52	1268	52	<0.5	19.9	25.9	123
PO3	8.00	0.06	503	2323	2.8	18.9	65	521	50	<0.5	21.9	26.1	324
PO4	7.90	0.16	706	1216	2.5	120.8	97	1961	250	<0.5	45.5	25.7	267
PO5	9.40	0.04	1597	739	9.8	407.5	302	753	797	5.66	424.6	81.9	306
PO6	8.10	0.08	588	4086	2.9	27.8	88	211	67	<0.5	26.5	29.6	779
PO7	7.80	0.15	686	1098	2.4	16.3	57	534	54	<0.5	27.1	22.8	175

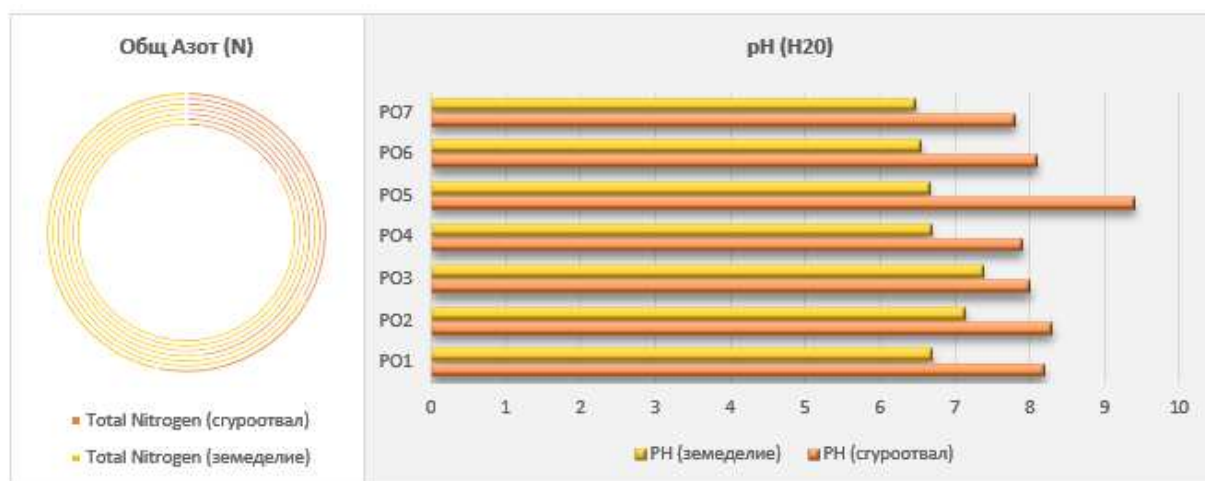


Фигура 2. Сравнителен анализ на концентрациите на тежки метали (олово - Pb, мед - Cu, и никел - Ni) в почвените проби от сгуроотвал "Седми Септември" с референтни стойности за безопасност. На графиката е представено съдържанието на Pb, Cu и Ni за всяка проба (PO1 - PO7), като червените прекъснати линии показват допустимите граници за тези метали

Алкалните почви често създават условия, при които тези елементи се отмиват, което допълнително влошава състоянието на почвата (Stanev и Dimitrova, 2020). Това, съчетано с дефицит на азот (около 30% по-ниски стойности спрямо земеделските почви в региона), ограничава биологичната активност на почвите и силно затруднява установяването на стабилна растителност.

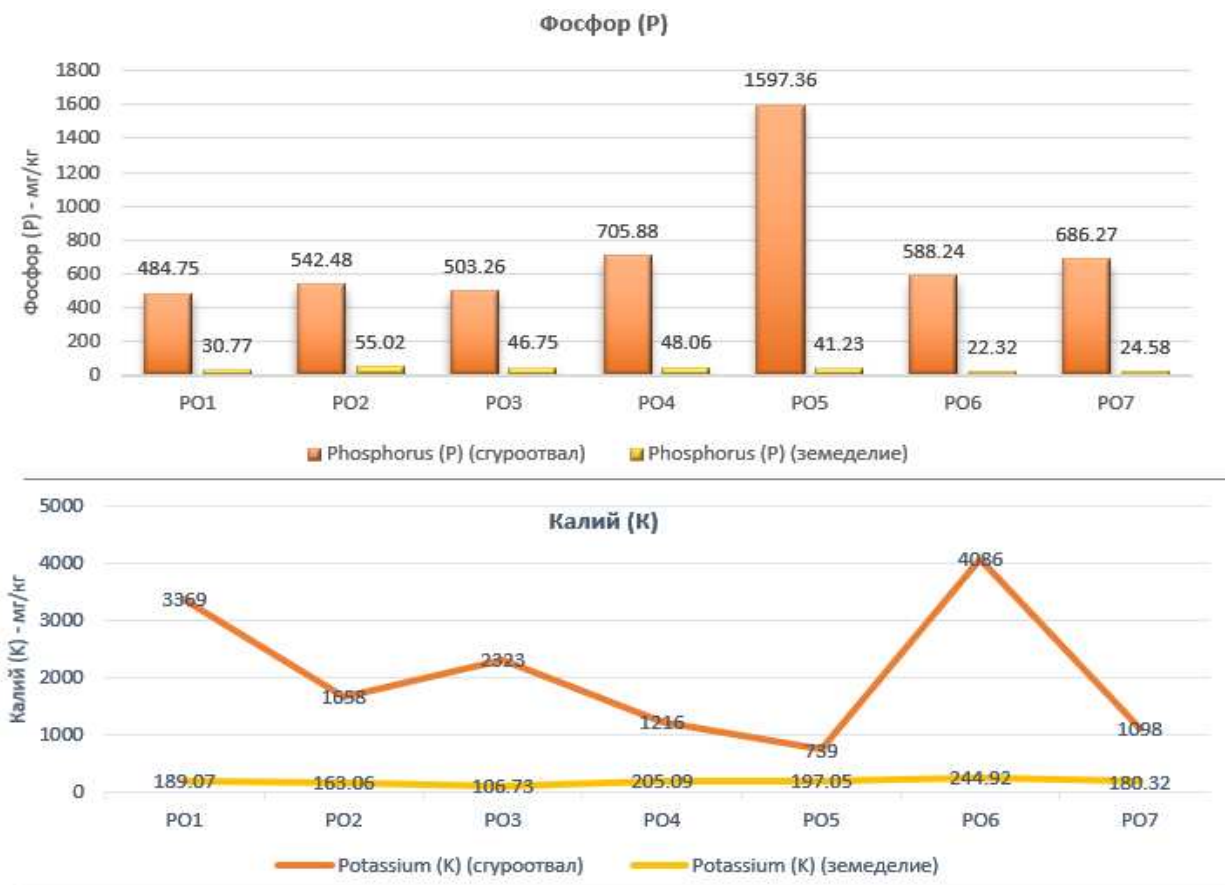
Концентрация на тежки метали - Концентрациите (Таблица 1) на тежки метали като олово (Pb), кадмий (Cd), цинк (Zn), хром (Cr) и никел (Ni) са изключително високи в почти всички почвени проби (Фигура 2). Нивата на олово достигат 450 mg/kg, което значително надвишава допустимите граници за безопасност (AGRINFO, 2022). В северната част на сгуроотвала е установено наличие на кадмий от 5.7 mg/kg, като неговата канцерогенност и токсичност за човешкото здраве са добре документирани в научната литература. В допълнение, високите концентрации на тежки метали, като цинк (до 800 mg/kg), хром (20–425 mg/kg) и никел (22–82 mg/kg), представляват сериозен риск за човешкото здраве и изискват незабавна оценка и мерки за ремедиация (Chen et al., 2016).

Макроелементи - Дефицитът на азот е друг съществен проблем, като почвите в сгуроотвала съдържат приблизително една трета по-малко азот в сравнение с интензивно обработваните земеделски почви (Фигура 3 - ляво). Недостигът на азот не само намалява биологичната активност на почвите, но и ограничава възможността за естествена рекултивация на терена.



Фигура 3. Общ азот (%) и pH (H₂O). Сравнение на резултатите между проби от сгуроотвал и такива от земеделски терени в района

Високите концентрации на фосфор и калий в почвите от сгуроотвала (Фигура 4) представляват сериозен риск за замърсяване на водните ресурси в района. Натрупването на тези елементи е потенциален индикатор за замърсяване на подземните и повърхностни води и предполага необходимостта от спешни контролни мерки. Управлението на почвите в тези зони ще изисква усилия за намаляване на замърсяването и предотвратяване на разпространението на вредни елементи в околната среда, за да се ограничи отрицателното въздействие върху местната екосистема.



Фигура 4. Фосфор и калий (mg/kg). Сравнение на резултатите между проби от сгуроотвал и такива от земеделски терени в района

Други изследвания - Химичният анализ на почвите изисква редовно пробовземане и лабораторни анализи за оценка на почвеното здраве и съдържание на тежки метали. Композитните проби от различни зони предоставят данни за основни химични показатели като азот, фосфор и калий, които са от решаващо значение за растежа на растенията и продуктивността на почвата (Ivanova и Koleva, 2021). Техники като атомно-абсорбционна спектрометрия (AAS) осигуряват точност в определянето на тежки метали, което е особено важно в индустриално замърсени почви, където се наблюдава значително надвишаване на безопасните стойности за олово, кадмий и цинк (Smith & Chaney, 2018).

Замърсяването на почвите с тежки метали като кадмий (Cd), хром (Cr), живак (Hg), олово (Pb), мед (Cu), цинк (Zn) и арсен (As) представлява критична заплаха за околната среда и човешкото здраве (Brown & Williams, 2019). Според He et al. (2015), в Китай, напояването с индустриални отпадъчни води е сериозно замърсило обработваеми земи, което оказва влияние върху безопасността на храните. Резултатите от почвените проби в настоящото изследване потвърждават, че концентрациите на тежки метали в сгуроотвал „Седми Септември“ значително надвишават препоръчителните норми особено изразено в Северната част терена (PO5). Това води до намалена микробна активност и следователно до ограничен растеж на растенията (Марков и Иванов, 2019). Тези замърсители нарушават биологичната активност и променят почвени показатели като pH и електропроводимост, затруднявайки поддържането на екологичен баланс. Корекции на тези показатели, например чрез намаляване на алкалността, са необходими за възстановяването на терена.

Заклучение

Данните от лабораторните анализи и теренни изследвания на почвите в сгуроотвал „Седми Септември“ показват значителна деградация, която прави терена неподходящ за биологична рекултивация без мащабни технически и химични интервенции. Високата алкалност, засоляването и концентрацията на тежки метали налагат незабавни мерки за ремедиация с цел предотвратяване на екологични и здравни рискове. Дефицитът на азот, съчетан с високи нива на фосфор и калий, усложнява процеса на възстановяване. За постигане на устойчиво възстановяване се препоръчва стабилизиране на терена чрез добавяне на органични подобрители и нови почвени пластове, както и химическа обработка за намаляване на алкалността. Фиторемедиационните технологии чрез засаждане на устойчиви растителни видове, абсорбиращи тежки метали, ще допринесат за дългосрочно възстановяване на екосистемата и защита на здравето на местните общности.

Литература

- AGRINFO. (2022, November 29). EU legislation on contaminants - maximum levels explained. AGRINFO. Retrieved from <https://www.agrinfo.eu>
- Alloway, B. J. (2013). Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Springer Science & Business Media.
- Arjomandi, Mojtaba, & Shirkhanloo, Hamid. (2019). A review: Analytical methods for heavy metals determination in environment and human samples. *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal*, 2, 97-126. <https://doi.org/10.24200/amecj.v2.i03.73>.
- Brown, K. L., & Williams, A. B. (2019). Heavy metal contamination of soil and its effects on human health: A meta-analysis. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 32(4), 567-581.
- Chen P, Miah MR, Aschner M. Metals and Neurodegeneration. *F1000Res*. 2016 Mar 17;5:F1000 Faculty Rev-366. doi: 10.12688/f1000research.7431.1. PMID: 27006759; PMCID: PMC4798150.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2006). Guidelines for soil description (Fourth edition). Rome.
- He, Z., Shentu, J., Yang, X., Baligar, V. C., Zhang, T., & Stoffella, P. J. (2015). Heavy Metal Contamination of Soils: Sources, Indicators, and Assessment. *Journal of Environmental Indicators*, 9(17-18).
- Ivanova, M., & Koleva, P. (2021). Soil contamination with heavy metals in post-industrial areas: Assessment and remediation techniques. *Journal of Environmental Science*, 48(2), 152-165.
- Kabata-Pendias, A. (2010). Trace Elements in Soils and Plants (4th ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10158>.
- Nikova, I., Hristov, B., Zdravkov, A., Ruskov, K., Petrov, D., & Bakardzhiev, D. (n.d.). Monitoring of chemical characteristics in soils from the "Bobovdol" valley. N. Pushkarov Institute of Soil Science; University of Mining and Geology "Ivan Rilski".
- Penin, R. L. (2007). Physical Geography of Bulgaria. Sofia: Bulvest 2000.
- Regional Inspectorate of Environment and Water – Sofia. (2021, October 4). Decision No. SO-97-PR/2021 on the necessity of Environmental Impact Assessment.
- Smith, R., & Chaney, R. (2018). Heavy Metal Soil Contamination: Methods of Analysis. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(3), 211-224.
- Stanev, N., & Dimitrova, R. (2020). Salinity and alkalinity of reclaimed soils: Challenges and solutions. *Bulgarian Journal of Soil Science*, 58(3), 190-208.

TAMPONING, TECHNICAL RECLAMATION, AND BIOLOGICAL RECLAMATION of the "7th of September" Ash Disposal Facility, Pernik City; "Toplofikatsia - Pernik" AD; August 2021. Retrieved from <https://pernik.bg/2021/08/20/investicionno-predlozhenie-ip-za-tamponirane-texnicheska-rekultivaciya-i-biologicheska-rekultivaciya-na-sgurootval-7-mi-septemvri-ot-kota-78850-m-do-78950-m-s-obshha-ploshh-790-00-d/>

Velchev, V., Velikov, V., Popov, V., Kolev, B., Georgiev, V., et al. (2002, October 1). Geography of Bulgaria - Physical and Socio-Economic. ForCom Publishing House.

ИЗСЛЕДВАНЕ ВАРИАЦИИТЕ НА ИЗХОДНОТО НАПРЕЖЕНИЕ НА АЛТЕРНАТОРИ В ЗЕМЕДЕЛСКАТА И ТРАНСПОРТНАТА ТЕХНИКА

Свилен Стоянов¹, Стелияна Христова², Тодор Йовев³

¹ ДТК-Добрич, ТУ-Варна,
² ИПАЗР Никола Пушкиров,
³ ТУ-Варна

e-mails: svilen.stoyanov@tu-varna.bg, steliyehristowa@abv.bg, tochooooo@abv.bg

Резюме

В настоящия доклад е направено изследване на изправеното и филтрирано напрежение, генерирано от алтернатор. Извършени са 5 серии експерименти с товар от 0 до 230 W, при обороти съответстващи на оптималното натоварване на генератора. Използвана е експериментална установка, собствена разработка. Извършена е статистическа обработка, с цел определяне на вариациите на изходното напрежение на алтернатори, използвани в земеделската и транспортната техника. Получените експериментални резултати са представени в табличен и графичен вид, направени са съответните изводи, както и заключение за годност на изследваното устройство.

Ключови думи: алтернатор, земеделска и транспортна техника, измерване, параметри.

INVESTIGATING ALTERNATOR OUTPUT VOLTAGE VARIATIONS IN AGRICULTURAL AND TRANSPORT EQUIPMENT

Svilen Stoyanov¹, Steliana Hristova², Todor Yovev³

¹ Dobrudzha College of Technology, Technical University of Varna,
² Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection "Nikola Poushkarov",
³ Technical University of Varna

e-mails: svilen.stoyanov@tu-varna.bg, steliyehristowa@abv.bg, tochooooo@abv.bg

Abstract

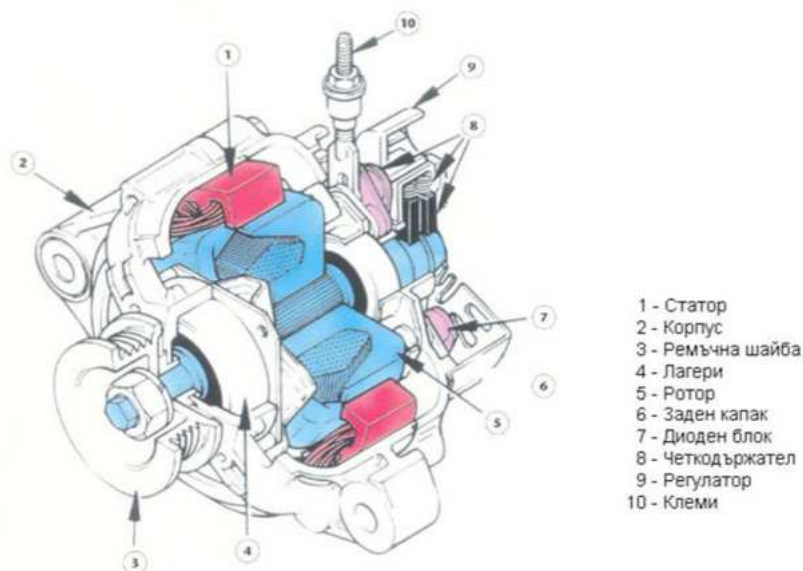
In the present report is made research of the rectified and filtered voltage generated by an alternator. 5 series of experiments were carried out with a load from 0 to 230 W, at revolutions corresponding to the optimal load of the generator. An experimental setup, our own development, was used. Statistical processing was carried out in order to determine the variations of the output voltage of alternators used in agricultural and transport equipment. The obtained experimental results are presented in tabular and graphical form, the relevant conclusions are drawn, as well as a conclusion on the suitability of the investigated device.

Key words: alternator, agricultural and transport equipment, measurement, parameters.

Въведение

Алтернаторът представлява устройство, разработено на базата на трифазен синхронен генератор. Основното му предназначение в земеделската и транспортната техника е да покрие нуждата от електричество, необходима за работата на двигателя и на вградените модули и системи, необходими за нормалното функциониране на машината. При работа на двигателя, алтернаторът постоянно зарежда и акумулаторната батерия. Съвременните земеделски и транспортни машини са силно зависими от работата на алтернатора, поради големите изисквания към захранващото напрежение и голямата консумация на ток, обуславяна от наличието на мощни периферни устройства, включващи системи за навигация и комуникация, системи за комфорт, следящи системи за работата на двигателя, помощни системи за позициониране и движение по определена траектория, стабилизиращи системи, спирачен асистент и мн. др. За подпомагане работата на основния алтернатор в някои машини се предвижда монтаж на допълнителен алтернатор или слънчеви панели.

Устройството на алтернатор е показано на Фигура 1 (promobile.bg, 2024) (Iliev, 1990). Състои се от корпус 2, в който е поместен трифазен генератор с електрическо подмагнитване на ротора 5, трифазен двуполупериоден токоизправител (диоден блок) 7, реле-регулатор 9 и четков механизъм 8. Въртящото се магнитно поле, създадено от ротора 5, индуцира променливо напрежение в намотките на статора 1. Роторът лагерира на



Фигура 1. Устройството на алтернатор

два радиални лагера 4. При работа на двигателя генераторът преобразува механичната енергия предавана от двигателя чрез ремък (не е показан) и ремъчна шайба 3 в трифазно напрежение, което се изправя от диодния блок. Токоизправителят обикновено е изпълнен с 6 диода по схемата „Ларионов“. Реле-регулаторът 9, регулира изходното напрежение в границите от 13,4 до 14,8 волта на празен ход. Изправеното напрежение се филтрира с помощта на кондензаторен филтър, след което се подава чрез клемите 10 към електрическата система на автомобила.

При работа на алтернатора от особена важност е поддържането на изправеното напрежение на клемите 10 в съответните граници. При напрежение под 13,4 волта се получава недозаряд на акумулатора, а при напрежението над 14,8 волта презареждане и повреда на акумулатора, изгаряне на лампи и др. В практиката често се наблюдава недозаряд, което обикновено се дължи на включването на повече консуматори с по-голяма мощност. Тъй като това не е предвидено от завода производител се получава системно недозареждане на акумулатора, последващо от бърза сулфатизация на плочите му, което обикновено води до неговото бързо

излизане от строя и необходима смяна. За недопускане на повреди през активните периоди от годината е необходимо извършване на постоянен контрол на зрядните напрежения, своевременно зареждане на разредените акумулатори, преглед на електрическите вериги в машините, проверки за наличие на утечки, лошо замасяване и др. (Bozhinov, 1986).

Резултати и обсъждане

Изследването на работата на алтернатора се извърши на стенд, собствена конструкция. Той се състои електродвигател 5, който посредством ремъчна предавка задвижва алтернатора 3.

Изследването се извършва при номинални обороти $n \approx 3000 \text{ min}^{-1}$. При натоварване се отчита намаляване на оборотите, което не е предмет на настоящата разработка.



Фигура 2. Измервателна система

Измервателна система има два основни режима на работа: режим на празен ход, при който се зарежда само акумулатора 2 и режим с натоварване, при който освен акумулатора се включва и регулируем товар. За изследване в режим на натоварване на алтернатора е избрано натоварване с две автомобилни осветителни тела 4 – модел H4 55+60W. За ключове са използвани два трипозиционни превключвателя, с които е възможно да се направят пет комбинации от фиксирани товарни мощности 55, 60, 110, 120 и 230W (намира се под осветителните тела). Напрежението на заряд се отчита с вграден дигитален волтмер (намира се под превключвателите).

Изследван е алтернатор, модел COAL IR7331, с номинален ток, $I=65 \text{ A}$ и номинално напрежение $U=12 \text{ V}$. Използван е акумулатор 12 V, 55Ah.

Генерираното напрежение от алтернатора се подава на прецизен мултицет модел UNI-T UT803 (позиция 1 на Фигура 1) на фирмата UniTrend Groupe Limited. Мултицетът е тип: Digital Bench-Type Autoranging TrueRMS Multimeters със следните параметри: клас на точност при измерване на постоянно напрежение $\pm 0,3\%$ и на променливо напрежение $\pm 0,5\%$. Предаването на данните от измервателния прибор към компютъра се извършва със следния интерфейс UNI-TUT803 100kHz With

RS232C USB Interface. Допълнителни възможности, използвани в процеса на работа са: LCD Backlight Display, Data Hold, Auto-Ranging (Uni-trend, 2024).

За запис и обработка на данните се използва специализиран софтуер на UNI-T UT803. След стартиране софтуерът извършва автоматичен запис с интервал 0,5 секунди, без възможности за корекция. Получените резултати се записват в xls формат, което е голямо удобство за последващи обработки и изчисления. Получените резултати се извеждат и в графичен вид, който служи като ориентир за цялостното протичане на съответния експеримент.

Таблица 1. Резултати от изследване работата на алтернатора с товар от 110 W

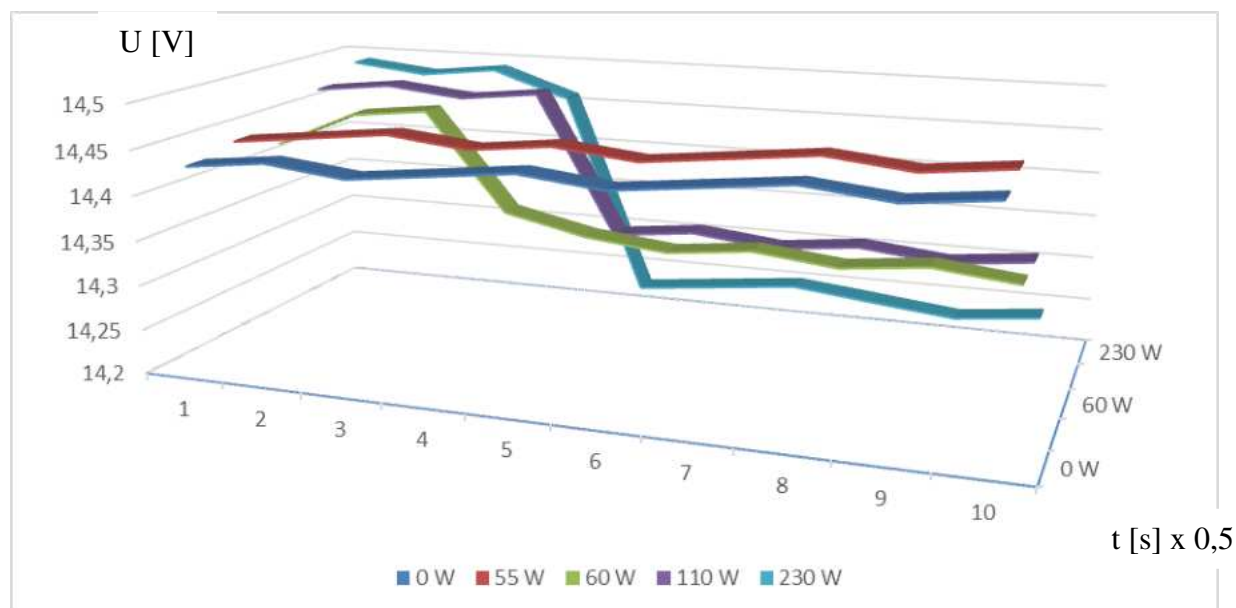
No	Time	DC/AC	Value U	Unit	AUTO
1	3:50:42	DC	14.47	V	AUTO
2	3:50:43	DC	14.48	V	AUTO
3	3:50:44	DC	14.47	V	AUTO
4	3:50:45	DC	14.48	V	AUTO
5	3:50:47	DC	14.18	V	AUTO
6	3:50:48	DC	14.32	V	AUTO
7	3:50:49	DC	14.33	V	AUTO
8	3:50:50	DC	14.32	V	AUTO
9	3:50:51	DC	14.33	V	AUTO
10	3:51:25	DC	14.32	V	AUTO
11	3:51:27	DC	14.33	V	AUTO
12	3:51:30	DC	14.32	V	AUTO
13	3:51:31	DC	14.33	V	AUTO
14	3:51:36	DC	14.32	V	AUTO
15	3:51:37	DC	14.33	V	AUTO
16	3:51:40	DC	14.32	V	AUTO
17	3:51:41	DC	14.33	V	AUTO
18	3:51:42	DC	14.32	V	AUTO
19	3:51:44	DC	14.33	V	AUTO
20	3:51:45	DC	14.32	V	AUTO
21	3:51:48	DC	14.33	V	AUTO
22	3:51:49	DC	14.32	V	AUTO
23	3:51:50	DC	14.33	V	AUTO
24	3:51:51	DC	14.32	V	AUTO
25	3:51:52	DC	14.33	V	AUTO
26	3:51:53	DC	14.32	V	AUTO
27	3:51:53	DC	14.33	V	AUTO
28	3:51:56	DC	14.32	V	AUTO
29	3:51:57	DC	14.33	V	AUTO
30	3:51:58	DC	14.32	V	AUTO

Извършени са 4 серии експерименти при различно натоварване на алтернатора и 1 на празен ход. От всеки експеримент се изследва извадка с $n=10$, като се акцентира на максималните изменения на напрежението във времето. На Таблица 1 е показана част от експеримента, получен при товар от 110 W. Останалите таблици са от същия вид. В Таблица 2 са дадени стойностите от извадките на всеки експеримент.

Таблица 2. Стойности от извадките на всеки експеримент

P [W]	Опит №									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	14.43	14.44	14.43	14.44	14.45	14.44	14.45	14.46	14.45	14.46
55	14.44	14.45	14.46	14.45	14.46	14.45	14.47	14.46	14.47	14.48
60	14.42	14.46	14.47	14.36	14.34	14.33	14.34	14.33	14.34	14.33
110	14.47	14.48	14.47	14.48	14.32	14.33	14.32	14.33	14.32	14.33
230	14.49	14.48	14.49	14.46	14.23	14.24	14.25	14.24	14.23	14.24

На Фигура 3 са показани получените експериментални резултати от извадките на всеки експеримент. Вижда се, че при малък товар – до около 100 W, пада на напрежението е незначителен – около 0,1 V. При увеличаване на натоварването измененията на напрежението достигат 0,2 – 0,25V.



Фигура 3. Получени експериментални резултати

Изследваните параметри (Mihailov, 2020):

а.) Максимална стойност на изследвания параметър в извадката

$$A_{\max} = \text{MAX}(a_i) = \text{MAX}(a_1; a_2; \dots; a_n). \quad (1)$$

б.) Минимална стойност на изследвания параметър в извадката

$$A_{\min} = \text{MIN}(a_i) = \text{MIN}(a_1; a_2; \dots; a_n). \quad (2)$$

в.) Размах на измерваното напрежение

$$R = A_{\max} - A_{\min} \quad (3)$$

г.) средно аритметична стойност на измерваното напрежение

Тъй като случайните грешки на тези измервания се подчиняват на нормален Гаусов закон на разпределение, то най-вероятната стойност на измерваната величина е средно аритметичната стойност - формула 4.

$$a_{\text{ср.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i \quad (4)$$

д.) средно квадратично отклонение

Стандартното отклонение е измерител на разсейването, при който се извършва квадратично осредняване на отклоненията на индивидуалните стойности на изправеното напрежение за зареждане на акумулатора от тяхната средна аритметична величина. Това представлява вероятният резултат от измерванията. Грешката при съответните измервания е: $\Delta a_i = a_i - a_{\text{ср.}}$. Тогава, съгласно теорията на Гаус, средно квадратичното отклонение е:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta a_i^2}{n}} \quad (5)$$

е.) коефициент на вариация V_s ,

Коефициентът на вариация представлява относителна мярка за разсейването на стойностите на напрежението по време на работа. (формула 6). Той измерва какъв процент от средната стойност на напрежението на акумулатора представлява величината на стандартното отклонение.

$$V_{\sigma} = (s/a_{\text{ср.}}) \cdot 100\% \quad (6)$$

ж.) граничен коефициент на вариация – определя се при максималната стойност на вариация на напрежението с вероятност 0,9973 по формула 7.

$$V_{\sigma \max} = [(t_{\max}/a_{\text{ср.}})/3] \cdot 100\% \quad (7)$$

з.) степен на неравномерност $\delta_{\sigma \max}$, по отношение на вариацията на максималната стойност на напрежението с вероятност 0,9973 - по формула 8.

$$\delta_{\sigma \max} = [2(t_{\max}/a_{\text{ср.}})] \cdot 100\% \quad (8)$$

В Таблица 3 са дадени резултатите от статистическата обработка на експерименталните резултати.

Таблица 3. Получени резултати от статистическата обработка

P	Статистически резултати									
	a_{imax}	a_{imin}	R_i	a_{cp}	s	V	a_{smax}	a_{smin}	$V_{\sigma max}$	$\delta_{\sigma max}$
W	V	V	V	V	V	%	V	V	%	%
0	14,46	14,43	0,03	14,445	0,0102	0,0709	14,476	14,414	0,0702	0,4256
55	14,48	14,44	0,04	14,459	0,0114	0,0786	14,493	14,425	0,0778	0,4713
60	14,47	14,33	0,14	14,372	0,0531	0,3692	14,531	14,213	0,3655	2,2154
110	14,48	14,32	0,16	14,385	0,0737	0,512	14,606	14,164	0,5069	3,0721
230	14,49	14,23	0,26	14,335	0,1188	0,8285	14,691	13,979	0,8202	4,971

Резултатът от измерването с неговата грешка се представя във вида:

$$a_0 = a_{cp.} \pm k\sigma \quad (9)$$

където: k е вероятностен коефициент.

Уравнението (9) има вероятностно тълкуване, т.е. истинската стойност на измерваната величина a_0 се намира в:

- интервала $[a_{cp.} - \sigma, a_{cp.} + \sigma]$ с вероятност 0,6827; (10)

- интервала $[a_{cp.} - 2\sigma, a_{cp.} + 2\sigma]$ с вероятност 0,9545; (11)

- интервала $[a_{cp.} - 3\sigma, a_{cp.} + 3\sigma]$ с вероятност 0,9973. (12)

При статистически изследвания на работата и техническото обслужване на земеделски машини проф. Верещагин (Dimov, 1992) препоръчва изследванията да са с $k=3$. Това е вследствие от високите изисквания за надеждност при работа на полето, съчетана с изключително кратките срокове време, позволяващи обработка на земята и прибиране на продукцията.

Тогава: $a_{0max} = a_{cp.} + 3\sigma$ (13)

$$a_{0min} = a_{cp.} - 3\sigma \quad (14)$$

Изводи

1. Разработена е измервателна система за изследване работоспособността на алтернатори на земеделска и транспортна техника.

2. Изходното напрежение от алтернатора е стабилно във времето, като максималните теоретични стойности не надхвърлят 14,8 V.

3. Минималните стойности при максимална консумация са почти 14 V, при товар до 230W, което е необходимо условие за работа на двигателя, електрическите и електронни модули, както и заряд на акумулатора, въпреки голямата консумация.

4. Максималната вариация на напрежението е под 1%.

5. Максималната неравномерност при заряд не надвишава 5%, като съгласно направените експерименти се проявява най-силно при преходните процеси, в началото при включване на максимална мощност или при превключване от средна към максимална мощност.

6. Измервателна система може да се използва за обучение на студенти от специалности, изучаващи земеделска и транспортна техника.

Заклучение

Разработената измервателна система дава възможност за изследване работоспособността на алтернаторна земеделска и транспортна техника с регулируем товар. Извършената статистическа обработка на експерименталните резултати дава информация за стабилността на натоварването в зададените граници, което е важно условие за гарантиране работоспособността на машината по отношение на качеството на извършвано натоварване.

Литература

Bozhinov, B. Malfunctions in the electrical system of the car, DI "Tehnika", Sofia, 1986,
Dimov D., Technical service of the machines, RU Angel Kanchev, 1992;
Iliev, L. A., et al. Electrical systems of cars and tractors, DI "Technika", Sofia 1990;
Mihailov R., Stoyanov S., Manual for laboratory exercises in precision agriculture, TU-Varna, 2020;
<https://promobile.bg/alternator-testvane-simptomi-problemi-resheniya/>, 2024;
<https://instruments.uni-trend.com/>, 2024.

**ПРИЛОЖЕНИЕ НА БИОИНОКУЛАНТИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА КОЛИЧЕСТВОТО И
КАЧЕСТВОТО НА РАСТИТЕЛНАТА ПРОДУКЦИЯ ОТ ЛИМЕЦ
(*Triticum monococcum* L.) ПРИ АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА**

**Йонита Перфанова, Христо Вълчовски*, Веселинка Петрова,
Гергана Кунчева, Лев Трибис**

*Селскостопанска академия, Институт по почвознание,
Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкиров“*

**e-mail: h_valchovski@abv.bg*

Резюме

Получаването на висок добив от лимец (*Triticum monococcum* L.), както и запазване и повишаване на почвеното плодородие могат да бъдат постигнати, чрез използване на биоинокуланти с азотфиксиращи микроорганизми. Ефектът от инокулацията с асоциативни азотфиксиращи бактерии от род *Azospirillum* е изпитан при Алувиално-ливадна почва, в условията на полски опит, в землището на гр. Пловдив. Приложена е инокулация с щамове *Azospirillum brasilense* 107 и *Azospirillum lipoferum* 59, при две нива на минерално торене - $N_{10}P_8K_6$ и $N_8P_6K_6$. Резултатите показват, най-голямо увеличение на добива от зърно – 47 %, при вариант *Azospirillum brasilense* + $N_8P_6K_6$, в сравнение с контролния вариант.

Ключови думи: лимец, *Azospirillum*, Алувиално-ливадна почва, инокулация, торене.

**APPLICATION OF BIOINOCULANTS TO INCREASE THE AMOUNT AND QUALITY OF
EINKORN WHEAT (*Triticum monococcum* L.) PLANT PRODUCTION IN
ALLUVIAL-MEADOW SOIL**

**Jonita Perfanova, Hristo Valchovski*, Veselinka Petrova,
Gergana Kuncheva, Lev Tribis**

*Agricultural academy, Institute of Soil Science,
Agrotechnologies and Plant Protection “N. Poushkarov”,
7 Shosse Bankya Str., 1080 Sofia, Bulgaria*

**e-mail: h_valchovski@abv.bg*

Abstract

Obtaining high yield of einkorn wheat, as well preserving and increasing soil fertility can be achieved by using bioinoculants with nitrogen-fixing microorganisms. The effect of inoculation with associative nitrogen-fixing bacteria of the genus *Azospirillum* has been explored in Alluvial-meadow soil, in the conditions of field experiment (Plovdiv city). Inoculation was applied with strains *Azospirillum brasilense* 107 and *Azospirillum lipoferum* 59, at two levels of mineral fertilizers - $N_{10}P_8K_6$ and $N_8P_6K_6$. The results show the greatest increase in grain yield – 47%, with *Azospirillum brasilense* + $N_8P_6K_6$, compared to the control variant.

Key words: einkorn wheat, *Azospirillum*, Alluvial-meadow soil, inoculation, fertilizer.

Въведение

Селскостопанските практики, трябва да бъдат съобразени с опазване и подобряване качеството на почвите, и увеличаване на добивите по устойчив начин. Една от възможностите това да бъде постигнато е използването на биоинокуланти, каквито са азотфиксиращите бактерии от род *Azospirillum*, при отглеждане на житни култури. Инокулацията с тези бактерии има потенциала да намали употребата на минерални торове, с ефективен капацитет за насърчаване на растежа на растенията. Тези бактерии образуват асоциативна азотфиксираща система с корените на растенията. Тя е в състояние да фиксира атмосферния азот, като по този начин се увеличава дела на биологичния азот в растителна продукция (Перфанова и др., 2014, Boletaetal., 2020). Изследвано е влиянието на тези щамове *Azospirillum brasilense* 107 и *Azospirillum lipoferum* 59 в условията на съдов опит. Установено е, че изпитаните щамове азотфиксиращи бактерии показват повишаване в добива от зърно и съдържанието на суров протеин (Перфанова и др., 2014, Перфанова и Крумов, 2017).

Отглеждането на лимец предлага възможности за диверсификация и производство на храни, богати на висококачествени протеини. Качеството на брашното от лимец е подобно с това на обикновената пшеница и далеч по-високо от това на твърдата пшеница. Лимецът съдържа два пъти повече ненаситени мазнини от пшеницата и ниско количеството на глутен (D'Egidioet al., 1993; Brandolini et al, 2008; Hidalgo and Brandolini, 2008).

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на щамове *Azospirillum brasilense* 107 и *Azospirillum lipoferum* 59 върху растителната продукция от лимец и съдържанието на суров протеин, самостоятелно и смесено с две нива на минерално торене, при Алувиално-ливадна почва в условията на полски опит.

Материали и методи

Проведен е полски опит в землището на гр. Пловдив върху Алувиално-ливадна почва (Eutric Fluvisol), при неполивни условия, по блоков метод. Отглежданата култура е лимец (*Triticummonococcum* L.). Опитът е заложен в три повторения, с размер на опитните парцелки 8/3,1 m. Охраната между вариантите е 0,5 m, а общата площ на блока (повторението) – 0,225 da. Общата площ на опита е 0,675 da без пътищата и охраните между вариантите. След основната обработка на почвата са внесени комбинирани минерални торове.

Инокулацията на семената е извършена с бактериална суспензия, с титър 10^8 ml на щамове *Azospirillum brasilense* 107 и *Azospirillum lipoferum* 59 от колекцията азотфиксиращи бактерии на лаборатория „Микробиология на почвата“, при ИПАЗР „Н. Пушкиров“. Есенната сеитба е извършена ръчно и непосредствено след нея почвата е валирана. Опитът е проведен по следната схема:

1. Контрола.
2. Инокулация с щам *Azospirillum brasilense* 107
3. Инокулация с щам *Azospirillum lipoferum* 59
4. Торене с $N_8P_6K_6$.
5. Инокулация с щам *Azospirillum brasilense* 107 + $N_8P_6K_6$.
6. Инокулация с щам *Azospirillum lipoferum* 59 + $N_8P_6K_6$.
7. Торене с $N_{10}P_8K_6$.
8. Инокулация с щам *Azospirillum brasilense* 107 + $N_{10}P_8K_6$.
9. Инокулация с щам *Azospirillum lipoferum* 59 + $N_{10}P_8K_6$.

Структурните елементи от растителната продукция са определени във фаза млечно-въсъчна зрялост. Добивът от лимец и съдържанието на суров протеин в

зърното са определени във фаза восъчна зрялост. Получените експериментални данни са обработени статистически чрез Statgraphics 2.1.

Резултати и обсъждане

Резултатите от структурния анализ на опита във фаза млечно – восъчна зрялост са представени в Таблица 1. Височината на растенията само при вариант $N_{10}P_8K_6$ - 85,5 cm е по-голяма от контролата – 82,75 cm. Това се дължи на високото количество азот и фосфор, които се натрупват по-бързо в листната маса. Дължината на класовете и броят на зърната в тях при варианти *Azospirillumlipoferum*+ $N_8P_6K_6$ (5,0cm -20,5 бр. зърна) и *Azospirillumbrasilense*+ $N_{10}P_8K_6$ - (5,2cm -21,2 бр. зърна) са с по-ниски стойности от контролите (5,3 cm – 22,0 бр. зърна). Вероятно в тази фаза от развитието на растенията комбинациите с посочените азотфиксиращи бактерии и минерални торове не оказват пълното си влияние. Аналогични са резултатите и за количеството на класовете спрямо контролата. Според Kazietal, (2016) щамове *Azospirillum brasilense* влияят по различен начин върху отделните структурни елементи на растителната продукция от пшеница, което зависи от фазата на растеж и се променя през развитието на растенията. В контраст на фаза млечно – восъчна зрялост, при фаза пълна зрялост инокулацията с асоциативни азотфиксиращи бактерии от род *Azospirillum* показва силно положително влияние върху добива и съдържанието на протеин при лимец (Фигури 1 и 2).

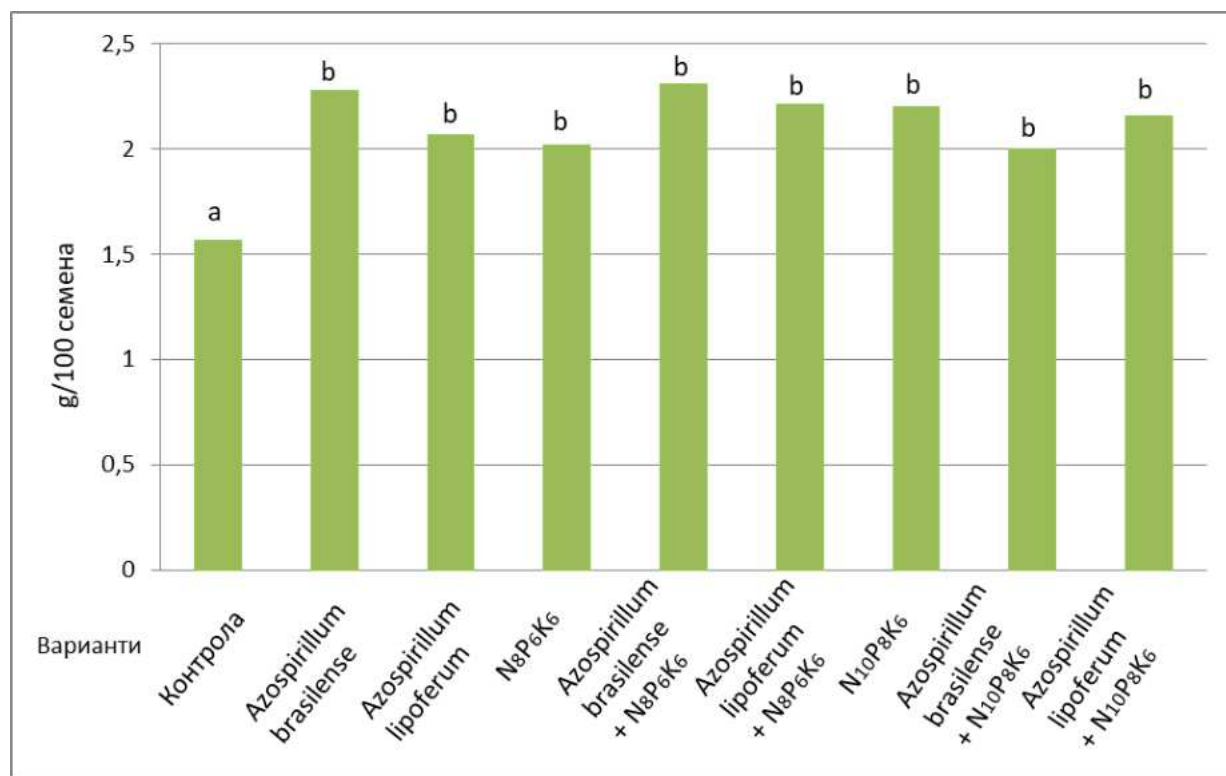
Таблица 1. Структурен анализ на добива от лимец, във фаза млечно-восъчна зрялост

Варианти	Височина на растенията cm	Дължина на един клас cm	Зърна в един клас брой	Класове g/50 cm ²
1.Контрола	82,75	5,3	22,0	60,0
2.Инокулация с <i>Azospirillumbrasilense</i>	80,6	5,39	22,8	69,8
3.Инокулация с <i>Azospirillumlipoferum</i>	78,8	5,8	24,27	61,7
4.Торене с $N_8P_6K_6$	76,65	5,75	23,9	65,4
5. <i>Azospirillumbrasilense</i> + $N_8P_6K_6$	80,6	5,6	23,3	64,4
6. <i>Azospirillumlipoferum</i> + $N_8P_6K_6$	78,8	5,0	20,5	51,2
7.Торене с $N_{10}P_8K_6$	85,5	5,8	24,17	71,4
8. <i>Azospirillumbrasilense</i> + $N_{10}P_8K_6$	82,68	5,2	21,2	45,0
9. <i>Azospirillumlipoferum</i> + $N_{10}P_8K_6$	78,53	5,96	25,4	50,6
LSD $P \leq 0,05$	12,93	1,03	4,66	15,59

Приложението на щамове *Azospirillumbrasilense* 107 и *Azospirillumlipoferum* 59 влияе положително върху добива от лимец, отглеждан в условията на полски опит при Алувиално-ливадна почва (Фигура 1). Инокулациите с тези щамове азотфиксиращи бактерии водят до увеличение на продукцията от зърно, спрямо неинокулираната контрола, съответно с щам *Azospirillumbrasilense* 107 – 45 % и с

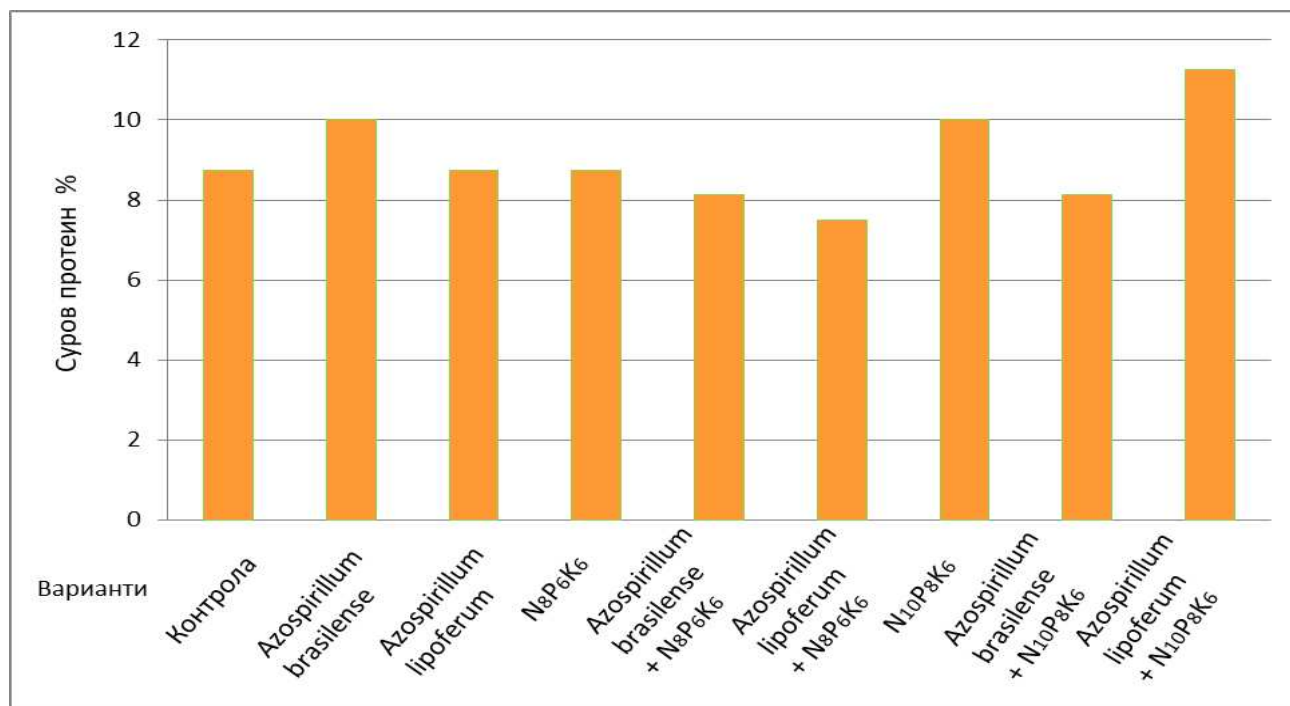
щам *Azospirillum lipoferum* 59 – 31 %. Подобно изследване е проведено от Hungriaetal, (2010) и е установено, че инокулациите на пшеница с щам *Azospirillum lipoferum* увеличават добива с 18% и с щам *Azospirillum brasilense* – 31%.

При вариант *Azospirillum brasilense* + $N_8P_6K_6$ е отчетено най-голямо количество зърно – 47% повече от контролата, докато при вариант *Azospirillum brasilense* + $N_{10}P_8K_6$ увеличението е 27%. Аналогични са резултатите и при варианти *Azospirillum lipoferum* + $N_8P_6K_6$ и *Azospirillum lipoferum* + $N_{10}P_8K_6$, съответно 40% и 37%. Това показва, че по-високата норма на минерално торене потиска дейността на асоциативните азотфиксиращи бактерии. При умерено минерално торене съвместно с азотфиксиращи бактерии от род *Azospirillum* може да бъде постигнат висок добив от пшеница, с положително въздействие върху качеството на зърното и запазване на почвеното плодородие (Galindoetal., 2019, Namvaretal., 2013, Piccininetal., 2013). Според получените резултати, инокулацията на лимец с щам *Azospirillum brasilense* 107 би могла да бъде алтернатива на минералното торене. При вариант *Azospirillum brasilense* 107 количеството зърно е 2,28 g/100 семена, докато при варианти $N_8P_6K_6$ и $N_{10}P_8K_6$ е съответно 2,02 – 2,20 g/100 семена.



Фигура 1. Ефект от инокулацията на лимец върху добива от зърно

Най-високо количество суров протеин, от всички изследвани варианти, е отчетено при *Azospirillum lipoferum* + $N_{10}P_8K_6$ – 11,25 %, при контролата съдържанието е 8,75 % (Фигура 2). Равностойни са влиянията на инокулацията с *Azospirillum brasilense* и торенето с $N_{10}P_8K_6$, отчетеният суров протеин и при двата варианта е 10,0 %. Резултатите от изследванията, при съдов опит с Алувиално-ливадната почва, също показват увеличаване на суровия протеин в зърното, както при самостоятелните инокулации с щамове *Azospirillum brasilense* 107 и *Azospirillum lipoferum* 59, така и при комбинациите с минерално торене. Най-високо количество суров протеин е отчетено при вариант *Azospirillum lipoferum* 59 + $N_8P_6K_6$ – 9,37 % (Перфанова и Крумов, 2017).



Фигура 2. Съдържание на суров протеин в добива от зърно

Заклучение

Инокулацията с щамове *Azospirillum brasilense* 107 и *Azospirillum lipoferum* 59 води до повишаване на добива от лимец и съдържанието на суров протеин в зърното. Резултатите показват най-голямо увеличение на добива от зърно – 47 %, при вариант *Azospirillum brasilense* + N₈P₆K₆ (2,31 g/100 семена), в сравнение с контролния вариант. Най-висок добив с щам *Azospirillum lipoferum* 59 е отчетен при комбинация с минерално торене N₈P₆K₆ – 2,21 g/100 семена. Най-голямо количество суров протеин, от всички изследвани варианти, е отчетено при *Azospirillum lipoferum* + N₁₀P₈K₆ – 11,25 %, при контролата съдържанието е 8,75 %. Азотфиксиращите бактерии от род *Azospirillum* могат да бъдат перспективни биоинокуланти, съвместно с минимално минерално торене, за получаване на висок добив и качествена продукция от лимец.

Благодарности

Изследването е проведено по проект финансиран от ФНИ № КР-06-Н76/2 2023 „Интегриране на сателитни и наземни данни за компоненти на водния баланс на почвата и растителната покривка в модели за оценка на агроекологични рискове и земеделски практики за смекчаването им“.

Литература

- Перфанова, Й., Крумов В., 2017. Приложение на биоинокуланти за повишаване на качеството на растителната продукция от лимец /*Tr. monosocum*.L./, Научни трудове, том VI, Национална научна конференция с международно участие „Наука и общество 2017“, 5-6 октомври, 2017 г., Кърджали, 360 - 365.
- Перфанова Й., Крумов В., Вълчовски И., 2014. Приложение на биоинокуланти за повишаване на количеството на растителната продукция от лимец (*Tr. monosocum* L.). Научни трудове, том V, Юбилейна научна конференция с международно участие „Науката и образованието – традиции и бъдеще“, 2 – 3 октомври, 2014 г., Кърджали, 503 – 508.
- Boleta E., Galindo F., Jalal A., Santini J., Rodrigues W., Lima B., Arf O., Silva M., Buzetti S., Filho M., (2020). Inoculation With Growth-Promoting Bacteria *Azospirillum*

- brasilense and Its Effects on Productivity and Nutritional Accumulation of Wheat Cultivars. *Front. Sustain. Food Syst., Sec. Crop Biology and Sustainability*, Volume 4, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.607262>
- Brandolini A., A. Hidalgo and S. Moscaritolo, (2008). Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L.) whole meal flour, *Journal of Cereal Science*, 47 (3), 599-609.
- D'Egidio, M.G., S. Nardi and V. Vallega, (1993). Grain, flour, and dough characteristics of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L., *Cereal chemistry*, v. 70(3) p. 298-303.
- Galindo F., Filho M., Buzetti S., Santini J., Montanari R., Freitas L., Rodrigues W., (2019). Micronutrient Accumulation with *Azospirillum Brasilense* Associated with Nitrogen Fertilization Management in Wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Volume 50, Issue 19, p. 2429-2441.
- Hidalgo A. and A. Brandolini, (2008). Protein, ash, lutein and tocopherols distribution in einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) seed fractions. *Food Chemistry*, Volume 107, Issue 1, p.444–448.
- Hungria M., Campo R., Souza E., Pedrosa F., (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, Volume 331, p. 413–425.
- Kazi N., Deaker R., Wilson N., Muhammad K., Trethowan R., (2016). The response of wheat genotypes to inoculation with *Azospirillum brasilense* in the field. *Field Crops Research*, Volume 196, p. 368-378.
- Namvar A., Khandan T., (2013). Response of wheat to mineral nitrogen fertilizer and biofertilizer (*Azotobacter* sp. and *Azospirillum* sp.) inoculation under different levels of weed interference. *Ekologija*, Vol. 59. No. 2. p. 85-94.
- Piccinin G., Braccini A., Dan L., Scapim C., Ricci T., Bazo G., (2013). Efficiency of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* on agronomic characteristics and yield of wheat. *Industrial Crops and Products*, Volume 43, p. 393-397.

ЛИСТНОТО ТОРЕНЕ КАТО ЕСТЕСТВЕН ИНСЕКТИЦИД, ФУНГИЦИД И ПОЧВЕН ПОДОБРИТЕЛ

Марин-Теодор Насър* (Агроном)

**e-mail: teonasar@abv.bg*

Резюме

Настоящият доклад изследва потенциала на балансираното и разнообразно листно торене като естествен инструмент за възстановяване на почвата, контрол на вредители и гъбични заболявания, както и за оптимизиране на добивите и качеството на селскостопанската продукция. Включването на микро- и макроелементи в подходящи комбинации и етапи от жизнения цикъл на растенията се доказва като ефективен метод за подобряване на растителната резистентност и почвеното здраве.

Чрез целенасочени тестове с различни култури е установено, че дефицитът на елементи като манган и желязо често се дължи на тяхната недостъпност за растенията, въпреки наличието им в почвата. Включването на хелатирани форми на микроелементи и съпътстващите ги микроорганизми не само подобрява усвояването, но и увеличава устойчивостта на растенията към вредители и неблагоприятни климатични условия.

Получените резултати демонстрират превъзходството на биологично обоснованите методи за подхранване спрямо конвенционалните подходи, както по отношение на добивите, така и за дългосрочното подобряване на почвата и растителното здраве.

Ключови думи: листно торене, почвено възстановяване, естествен инсектицид, устойчиво земеделие.

Въведение

Здравата почва отглежда здрави растения, благодарение на здравите растения имаме здрави животни и здрави хора. Отглеждането на балансирана почва е трудоемък и дълъг процес, който изисква разбиране в био-минералното и биохимичното съдържание и динамиката на глинено-хумусния комплекс. Днешните медицински лица, фермери и агрономи имат сходство в това да третират пациентите си с медикаменти, които да потискат симптоми и прикриват реалните нужди. Третирането на даден проблем повърхностно скрива реалните нужди на растението и почвата.

В търсенето на баланс е желателно да прескочим трите основни хранителни елемента (N, P, K) и дори да превъзмогнем препоръчаните дози в минерално-почвените тестове.

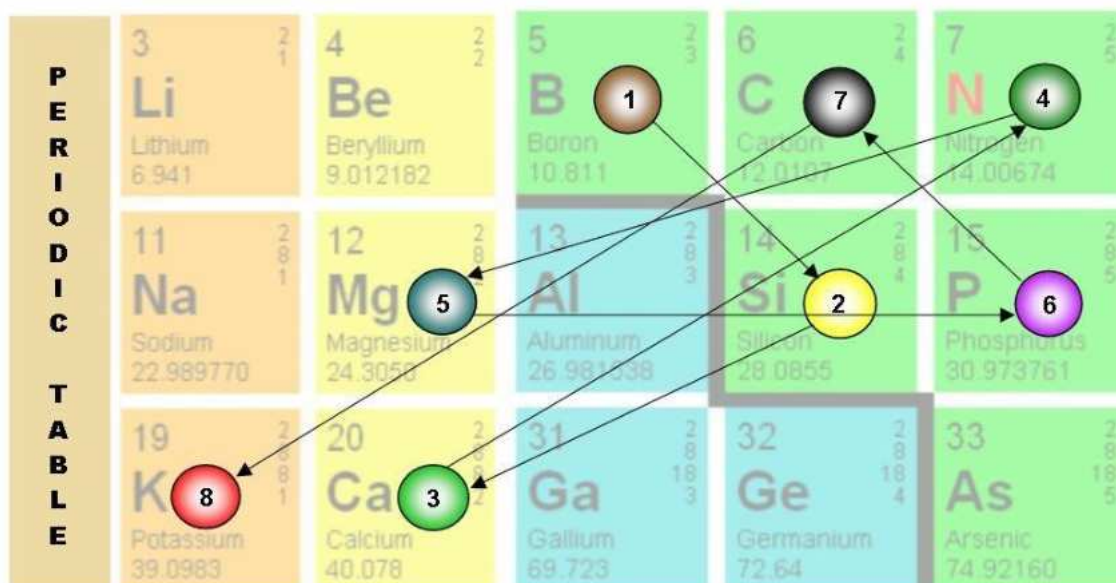
Когато наблюдаваме почвен анализ или листен анализ много бързо може да се подведем за няколко жизненоважни елемента – Fe и Mn. Това са два елемента, които заемат ключово място в отбранителните възможности на растението, енергиен резерв, фотосинтеза и усвояването на вода по-ефективно.

Тези два елемента подвеждат в почвата и в листния анализ, защото оксидацията при тях е от решаващо значение. Чрез стотици листни анализи достигнахме до заключение, че полеви растения показват с физическия си облик дефицити на манган и желязо, но в анализите има достатъчни количества. Едва в анализи на растителен сок установихме, че има дефицити на двата елемента. Оказва се, че растенията не могат да използват елементи, които не са хелатирани,

когато се нанасят листно. (железен или манганов сулфат). Освен това при ниска микробиологична активност тези елементи не се извличат от почвата, защото оксидацията пречи на самата микробиология да присъства поради тежки механически практики.

Това ни доведе до 95% от тестовете, направени досега на растения от всякакъв вид, да са на първо място дефицитни с манган и след това с желязо. Опитът ни продължава и с редица други елементи като молибден, никел, селен и кобалт за по-сериозната оптимизация на защитните сили в растенията. Те в минималните си количества ни доказаха, че при по-големите вредители като скакалци имат успеваемост като сериозни репеленти, защото заздравяват външните тъкани на листата. Но достигаме до този извод само ако има разнообразна микробиологията в почвата и растенията, което също е постижимо с външни средства.

BIOCHEMICAL SEQUENCE OF NUTRITION IN PLANTS



Plant biochemical sequences begin with:

1. **Boron**, which activates →
2. **Silicon** which carries all other nutrients starting with →
3. **Calcium** which binds →
4. **Nitrogen** to form amino acids, DNA and cell division.

Amino acids form proteins such as chlorophyll and tag trace elements, especially →

5. **Magnesium** which transfers-energy via →
6. **Phosphorus** to →
7. **Carbon** to form sugars which go where →
8. **Potassium** carries them. This is the basis of plant growth.

www.quantumagriculture.com

Опитът ни продължава и с редица други елементи като молибден, никел, селен и кобалт за по-сериозната оптимизация на защитните сили в растенията. Те в минималните си количества ни доказаха, че при по-големите вредители като скакалци имат успеваемост като сериозни репеленти, защото заздравяват външните тъкани на листата. Достигаме до този извод само ако има разнообразна микробиологията в почвата и растенията, което също е постижимо с външни средства.

Установихме, че всъщност голям проблем е прилагането на почвени и листни торове без разбиране, особено в случаите на азот. Тогава се освобождават аминокиселини по повърхностите или в лесносмилаема форма и насекомите се привличат. Същото се повтаря като проблем с излишно наличните аминокиселини. Коригирането на подобни действия е 50% от работата ни в полеви условия, да поправяме установени исторически практики.

Catalyst 1	ALBRECHT	CURRENT	TARGET	LOW	OK	HIGH	TOTALS
CEC		14.24					
TEC		14.24					
Paramagnetism		110	200 +				
pH-level (1:5 water)		7.00	6.3				
Organic Matter (IR Gas Anal.)		5 %	4 - 10 %				
Labile Carbon		1 %	0.8 - 1.2 %				
Conductivity (1:2 water)		0.1 mS/cm	0.2 - 0.6 mS/cm				
Ca / Mg Ratio		3.34 :1	5.67 :1				
Nitrate-N (Morgan)		16 ppm	2 - 20 ppm				N 2610 ppm
Ammonium-N (Morgan)		2 ppm	2 - 15 ppm				P 538 ppm
Phosphorus (Mehlich III)		40 ppm	50 - 70 ppm				Ca 2587 ppm
Phosphorus (Olsen)		To come ppm					Mg 1199 ppm
Calcium (Mehlich III)		2016 ppm	1937 ppm				K 1723 ppm
Magnesium (Mehlich III)		362 ppm	205 ppm				Na 107 ppm
Potassium (Mehlich III)		327 ppm	167 - 278 ppm				S 295 ppm
Potassium (Colwell)		To come ppm					Cl 36 ppm
Sodium (Mehlich III)		58 ppm	16 - 49 ppm				Al 11060 ppm
Sulphur (Morgan)		27 ppm	30 - 50 ppm				Si 420 ppm
Chloride (Water Extract)		36 ppm	32 - 46 ppm				B 3.7 ppm
Aluminium (Mehlich III)		5 ppm	< 6 ppm				Fe 17863 ppm
Silicon (CaCl ₂)		53 ppm	40 > 100 ppm				Mn 803 ppm
Boron (Hot CaCl ₂)		1.2 ppm	1 - 3 ppm				Cu 16.3 ppm
Iron (DPTA)		50 ppm	40 - 200 ppm				Zn 45 ppm
Manganese (DPTA)		6 ppm	30 - 100 ppm				Mo 0.5 ppm
Copper (DPTA)		1.9 ppm	2 - 7 ppm				
Zinc (DPTA)		4.1 ppm	5 - 10 ppm				
Molybdenum (T.A.E)		0.5 ppm	0.5 - 2 ppm				

Catalyst 1	LEAF ANALYSIS				
ELEMENT	CURRENT ANALYSIS	TARGET	ELEMENT STATUS		
			LOW	OK	HIGH
Nitrogen - N	3.3 %	2.6 - 4.0 %			
Phosphorus - P	0.31 %	0.18 - 0.25 %			
Potassium - K	2.54 %	3 - 4.0 %			
Sulfur - S	0.19 %	0.2 - 0.27 %			
Calcium - Ca	0.37 %	0.8 - 1.20 %			
Magnesium - Mg	0.31 %	0.3 - 0.46 %			
Sodium - Na	0.02 %	0.01 - 0.10 %			
Copper - Cu	12.1 ppm	7 - 20 ppm			
Zinc - Zn	23.5 ppm	18 - 35 ppm			
Manganese - Mn	70.6 ppm	30 - 2200 ppm			
Iron - Fe	134.1 ppm	80 - 200 ppm			
Boron - B	3.8 ppm	10 - 80 ppm			
Molybdenum - Mo	0.1 ppm	1.5 - 3.2 ppm	Extremely Low		
Cobalt - Co	0.1 ppm	N/A ppm			
Silicon - Si	317.9 ppm	900 - 1900 ppm			
Chloride - Cl	0.0	1 %			
Nitrogen : Sulphur	17.6	15 units			
Nitrogen : Phos	10.7	20 units			
Nitrogen : Potass	1.3	2 units			
Carbon : Nitrogen	14.1	15 units			
Crude Protein	20.5	30 %			
Chloride	0.0	1 %	Extremely Low		
Nitrate	56.2	10 - 20 ppm			

Материали и методи

Направени са тестове с едногодишни и многогодишни растения в определен жизнен цикъл за подхранване. Препаратите са от биологично хелатиран произход, което отговаря на търсенето от растенията, а именно да бъдат от органичен произход.

1. Контрола

2. Конвенционален препарат за подхранване – 7.60% Fe, 3.60% Mn, 0.70% Zn, 0.35% Cu, 0.65% B, 0.30% Mb - трудно се намери продукт на пазара със сходни на нашите препоръки, затова си направихме индивидуален препарат за точка 3.

3. Подхранващи елементи в синергичен подбор – 0.3% B, 0.2% Co, 0.5% Cu, 0.3% Fe, 0.8% Mn, 0.3% Mb, 0.6% Zn, 1% S, на литър

Тествани бяха: хлебна пшеница (120дка), ориз (10дка), лешникови насаждения (30дка), розов домати (0.3дка), маруля (0.3дка), спанак (0.3дка), череши (40дка) биологично производство.

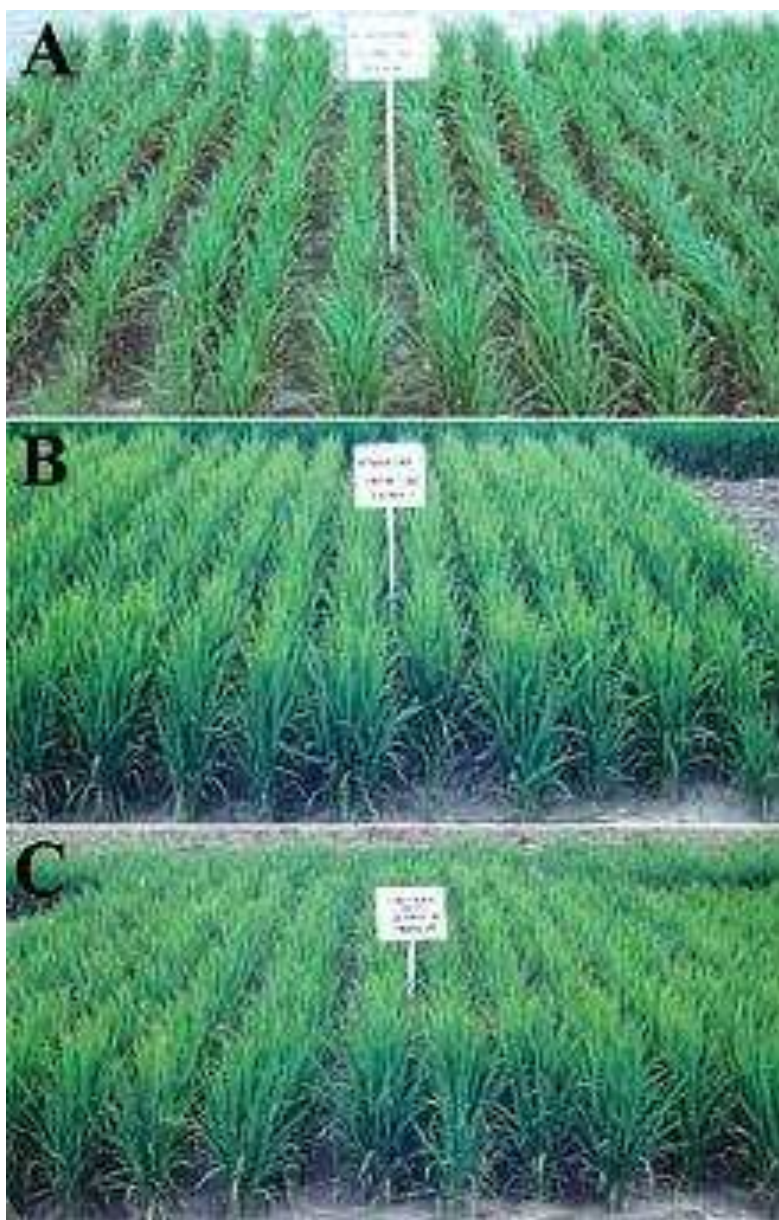
Оценката е само от агрономически наблюдения над държанието на растенията през вегетативен и плододавен цикъл от покълнване до беритба. Коренова система, листна маса, гъбична и инсектицидна резистентност, вкус, ухане, сочност, хрупкавост, грамаж в сравнение с контрола, издръжливост при резки температурни промени.



Ляво миксиран препарат (3) - дясно контрола (1)



Ляво конвенционален препарат (2) – дясно миксирания от нас препарат(3)



А – контрола; В – пестициди и фунгициди; С – 600 kg/dka калциев силикат;

С – 48% по-висок добив от А, и 18% по-висок добив от В. 20% по-малко нападения от гъби или насекоми от проба В и 70% по-малко от проба А. Без никакво влизане в полетата за пръскане, при В имаше нужда от 2 нанасяния. В случаят на С сме наясно, че почвата ще остане така за още няколко години и семето събрано от тези растения ще е подготвено да бъде отново в подобни условия, което ние считаме за плюс.

Заклучение

Установявайки вегетативните и плодообразуващи макро и микро елементи се открива и действието на ауксини и ицитоники, което позволява по-ясно разбиране при използването на елементите в комбинация за постигане на желани резултати (листна маса, зреене, размер на плода и др.).

Установяваме, че е възможно да се използват комбинации от хранителни елементи, с определени бактеријни и гъбични щамове, за подобряване здравето на растенията. При подходящото приложение, на количества и времеви отрязък, растенията се справят с насекоми, гъби и вируси.

Пълноценната растителна диета дава оптимални добиви и здравословна храна за животните и хората. Наблюдава се превъзходство на възстановителните практики с подобни подхранвания пред конвенционалните методи за „борба с вредителите“. Това според нас е метод, който може да спести ресурси давайки добри резултати за подобряване на почвата.

Литература

- РОЛЯ НА ФЕРОЙОНИТЕ ПРИ ОБРАЗУВАНЕ НА СМЕСЕНИ БИОФИЛМИ Иво Ганчев
Тракийски университет, Стара Загора Факултет „Техника и технологии“, Ямбол
- ROLE OF IRON HOMEOSTASE IN THE MULTISPECIES BIOFILM FORMATION Ivo
Ganchev Trakia University of Stara Zagora, Faculty of Technics and Technologies of
Yambol,
- Silicon Fertilizer Addition Can Improve Rice Yield and Lodging Traits under Reduced
Nitrogen and Increased Density Conditions by Liqiang Dong Tiexin Yang Liang Ma
Rui Li, Yingying Feng and Yuedong Li, Liaoning Rice Research Institute, Shenyang
110101, China
- J. Am. Chem. Soc. 1922, 44, 7, 1592-1598.
- The Biochemical Properties of Manganese in Plants by Sidsel Birkelund Schmidt and
Søren Husted Department of Plant and Environmental Sciences, Faculty of Science,
University of Copenhagen, 1871 Frederiksberg C., Denmark
- Vladimir Chobot & Franz Hadacek. (2010) Iron and its complexation by phenolic cellular
metabolites. Plant Signaling & Behavior 5:1, pages 4-8.
- Chapter 12 Role of Iron in Plant–Microbe Interactions, Author links open overlay panel
P. Lemanceau *, D. Expert , F. Gaymard , P.A.H.M. Bakker , J.-F. Briat

ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОПТИЧНА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕТО НА РЕДКИ И РАЗСЕЯНИ ЕЛЕМЕНТИ

Николая Величкова*, Олга Велева, Методи Караджов

Геологически Институт ГИ-БАН

**e-mail: niaveli@geology.bas.bg*

Резюме

Оптичната емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма ICP-OES се използва широко в миннодобивната промишленост за контрол на състава на рудата при анализ на скали и др. Много аналитични лаборатории използват тази техника, за да проверят чистотата на руди. Настоящото изследване разглежда критичните компоненти на зелената технология, считани за критични суровини. Показано е определянето на следи от Y, Sc и редкоземни елементи (REE) в „чисти“ редкоземни матрици и определянето на рений в молибденови и медни концентрати, съдържащи Mo, Al, Ti, Fe, Mg, Ca и Cu като комплексна матрица. Анализът на геоложки проби от минната промишленост, както и на REE, е много специфичен. Необходима е добра чувствителност на ICP-OES спектрометрите, както и стабилност при пулверизиране на разтвори с високо солево съдържание. Редкоземните елементи се характеризират с богат емисионен спектър. С помощта на спектрометри с висока разделителна способност могат да бъдат разграничени дължините на вълните на определяемите микроелементи от тези на основните елементи. Представено е сравнение на три различни спектрометра с висока спектрална разделителна способност от 5 и 8 pm и средна разделителна способност от 15 pm.

Ключови думи: Оптична емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма ICP-OES, редки елементи, Y, Sc и редкоземни елементи (REE), рений в молибденови и медни концентрати, спектрални пречения, матрични елементи.

APPLICATION OF INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY (ICP-OES) IN THE DETERMINATION OF RARE METALS AND RARE EARTHS ELEMENTS

Nikolaya Velitchkova*, Olga Veleva, Metody Karadjov

Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

**e-mail: niaveli@geology.bas.bg*

Abstract

Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) is widely used in mining processes, mining purity control, rocks analysis, etc. Many analytical laboratories use this technique to check for the purity of the extracted ores. Critical components of the green technology, considered as critical raw materials are included in the present investigations. Determination of trace of rare metals Y, Sc and Rare Earth Elements (REE) in "pure" rare earth matrices and determination of rhenium in molybdenum and copper

concentrate containing Mo, Al, Ti, Fe, Mg, Ca and Cu as complex matrix are accomplished. Analysis of geological and mining samples, and especially of REE, is very demanding for ICP-OES spectrometers. Due to the need of sensitivity as purity of the final product has to be checked, the ICP-OES should be able to handle high with concentration of total dissolved solids. Moreover, due to the line-rich spectrum emitted, especially for REE, only high resolution ICP-OES spectrometers can manage such analysis as they are the only ones able to separate the wavelengths from major element and trace elements. Comparison of two different commercially available spectrometers with high spectral resolution of 5 and 10pm and a spectrometer with a middle spectral resolution of 15.6 ppm are presented.

Key words: Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES), Rare metals, Y, Sc and Rare Earth Elements (REE), rhenium in molybdenum and copper concentrate, spectral interferences, matrix elements.

Въведение

Лантаноидите включват петнадесет елемента с атомни номера от 57 до 71 плюс итрий (атомен номер 39). Лантанидите се срещат в земната кора в концентрации, надвишаващи някои често използвани индустриални елементи. Например, итрий, церий, лантан и неодим присъстват в земната кора в по-високи концентрации от оловото. От 15-те лантанида само радиоактивният прометий не се среща в природата. Всички лантаниди имат подобни физични и еднакви химични свойства. Поради приликите в техните химични свойства те често се описват като група (Lambert, 2005).

Реният е изключително рядък рефракторен, огнеупорен метал (точка на топене: 3 185°C) и е един от най-търсените метали в света. Уникалните свойства на рения, комбиниращи висока точка на топене и пластичност, се използват за създаване на суперсплави за самолетната и ракетната промишленост. Увеличеното съдържание на рений в суперсплавите и рязко нарастващото търсене в миналото определят силния интерес към него (Kasikov, 2020). Световното производство на рений е съсредоточено върху медно-молибденови и медни руди; в процесите на окислително печене на концентрати, реният попада в утайки и се улавя чрез омокряне на газовите смеси (Zinicovskaia, 2021). Осемдесет процента от източниците на суровини за рений са молибденови и медни сулфидни концентрати, произведени от Чили, Казахстан, Франция, Германия, Русия, САЩ, Китай, Великобритания, Холандия и Полша (Anderson, 2013). През последните десетилетия рениеви суперсплави на базата на никел се използват за лопатки на газови турбини и реактивни двигатели, които изискват термична и окислителна устойчивост и механична якост (Zhumakynbai, 2023).

Ниобият е от голям интерес като материал в ядрената индустрия поради ниското му напречно сечение на неутронна абсорбция (Srivastava, 2003). Танталът намира приложение при конструирането на химически устойчиви съдове за третиране на ядрено гориво и също така се използва в електронната промишленост (Gupta, 1994). И двата елемента се извличат от колумбит и танталит. Колумбитът е минерал, намиращ се в пегматитни жили заедно с други минерали - самарскит, фергусонит и каситерит. Поради това са необходими анализи на тези минерали за тяхното съдържание на Nb, Ta, Sn, W, Ti, Zr и Hf (Gibalo, 1968). Торият се среща в малки количества в повечето скали и почви. Най-широко е разпространен във фосфатния минерал монацит. Изследва се приложението на торий като ядрено гориво във връзка с предимствата му по отношение на урана – той е по-безопасен, по-стабилен, по-екологичен и по-ефективен (Jyothi, 2023).



Фигура 1. Стратегически елементи (Мишонова, 2024)
Figure 1. Strategic elements (Mishonova, 2024)

Суровините от критично значение са най-често метали или минерали, чиято верига на доставка и снабдяване не е сигурна, а тяхната липса или дефицит създават реални рискове за икономиката на една страна. Седемнадесет от тях са суровини със стратегическо значение (Фигура 1) и се смятат за жизненоважни за икономическата политика на дадена държава, нейната отбрана и енергийната ѝ политика. Буквалният превод от английски (rare earth element) или от френски (terres rares) означава „редки“ или „редкоземни“, но противоположно на това, което подсказва определението, те не са редки от геоложка гледна точка. Находища се намират в много райони по света, но на повечето места тяхната концентрация е толкова малка, че добивът е неоправдан от икономическа гледна точка. Те присъстват в земната кора, но никога самостоятелно, а смесени с други и следователно, техният добив и най-вече рафинирането е продължителен и скъп процес, за който са необходими много енергия и огромни количества вода (Мишонова, 2024). Тези 17 елемента са познати още от 18 век, но до 70-те години на миналия век нямат индустриално приложение и логично към тях няма индустриален и търговски интерес. Ситуацията коренно се променя в началото на 21 век с откриването на техните магнитни, електропроводни, оптични, химични, каталитични свойства и приложимост, които ги правят основен елемент в производството на дигитални, комуникационни, медицински и т.нар. еко-климатични технологии.

В практиката приложение намират различни инструментални методи като атомна абсорбционна спектрометрия, рентгенова флуоресцентна спектрометрия, оптична емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма, масспектрометрия с индуктивно свързана плазма и неутронно-активационен анализ. Сред тях една от най-популярна е оптичната емисионна спектроскопия с индуктивно свързана плазма ICP-OES, която позволява анализ на 75 елемента от периодичната система. ICP-OES е особено подходящ за определяне от следи до основни елементи, които са предварително приведени в разтвор - преди въвеждане в ICP спектрометъра.

Основен проблем на ICP-OES са спектралните пречения. Те могат да влошават границите на откриване в различна степен, в зависимост от състава на основните елементи в пробите. При анализ на проби от околната среда с разнообразен матричен състав границите на откриване могат да се променят в широк концентрационен интервал. Освен това спектралните пречения могат да застрашат

точността на аналитичните определения. За гарантиране точността на аналитичните резултати е необходимо системно изучаване на спектралните пречения, дължащи се на основни компоненти на пробите. Например, за комплексна матрица от околната среда тези елементи са алуминий, калций, магнезий, желязо и титан. Докато при определяне на елементи с богати емисионни спектри, като редкоземни елементи в присъствие на редкоземни матрици, са спектрите на матричния редкоземен елемент.

Основната цел на тази работа е да представи обзор на нашите изследвания и разработените методологии за количествена оценка на спектралните пречения, които осигуряват точността на аналитичните резултати при определяне на Y, Sc и редкоземни елементи, Zr, Nb, Hf, Ta, Th и Re в проби с различен матричен състав. Представено е определянето на тези елементи в суровините и какво е тяхното « истинско » съдържание. Показано е и влиянието на разделителната способност на спектрометъра при определяне на елементи с богати емисионни спектри:

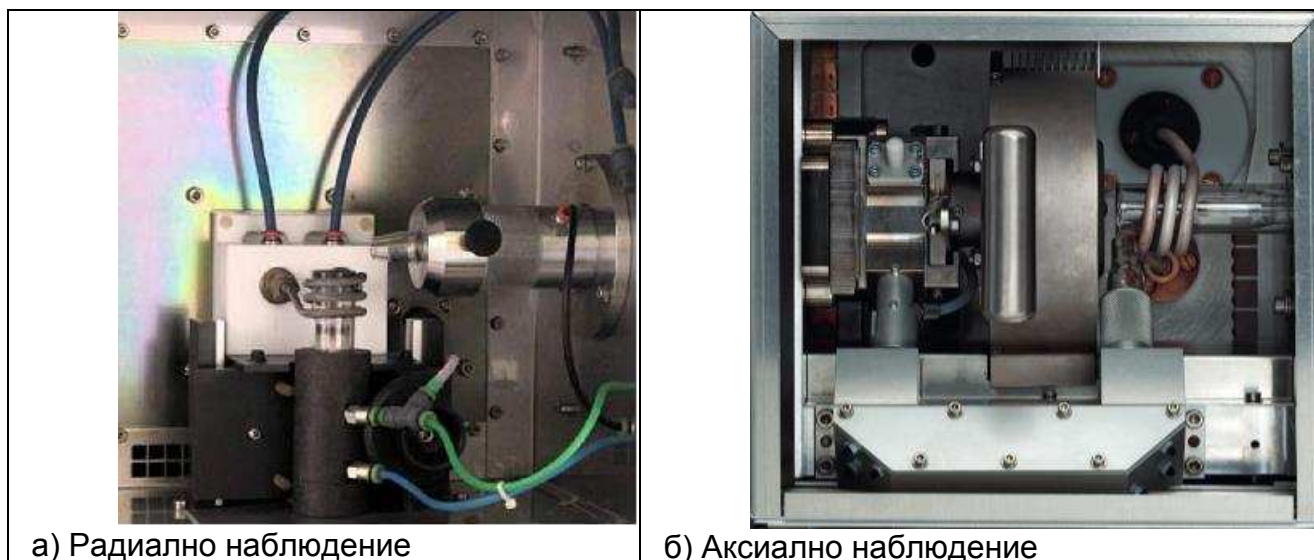
1. Определяне на Y, Sc и редкоземните елементи в присъствие на комплексна редкоземна матрица или в чиста редкоземна матрица;
2. Определяне Ta, Hf, Th, Zr и Nb, - в геоложки проби в присъствие на комплексна матрица, съдържаща Al, Ca, Mg, Fe, Ti, Mn и P;
3. Определянето на Re в медни и молибденови концентрати в присъствие на комплексна матрица, съдържаща Mo, Cu, Al, Ca, Mg, Fe, Ti, Mn и P.

Определянето на Y, Sc и редкоземните елементи, както и на Zr, Nb, Hf, Ta, Th, и Re изисква да се съобразяваме със спектралните пречения, които оказват влияние както върху точността на аналитичните определения, така и върху границите на откриването им.

Експериментални условия

Апаратура

Основните изследвания бяха проведени с ICP-OES спектроанализатор JY ULTIMA 2 (Jobin Yvon HORIBA, Longjumeau, France). 40.68 MHz индуктивно свързаната плазма е с радиално наблюдение и оптичната система Czerny Turner монохроматор с холографска решетка с 2 400 резки на mm^{-1} във втори порядък. Спектрометърът се характеризира с висока разделителна способност от 5 pm и 10 pm в 1ви порядък. Характеристиките на апарата са показани в Таблица 1.



Фигура 2. Наблюдение на ICP – плазма:

а) Радиално наблюдение; б) Аксиално наблюдение

Figure 2. ICP plasma observation: a) Radial observation; б) Axial observation

Сравнителни резултати са получени и с втори ICP-OES спектрометър също с висока разделителна способност - Spectroblue SPECTRO, Analytical Instruments GmbH, Germany с 27.12 MHz индуктивно свързана плазма с аксиално наблюдение и с пиксел разделителна способност от 8 pm, оптичната система е Paschen-Runge с холографска решетка с 3 600 резки на mm⁻¹ за първи порядък. Видът на наблюдение на плазмата – радиално или аксиално е представен на Фигура 2. Характеристиките на трите апарата са показани в Таблица 1. В таблицата са представени и параметрите на трети апарат, със средна разделителна способност, за сравнение с радиално наблюдение и с 27.12 MHz ICP (експериментално определена ширина на спектралната ивица BW =15.6 pm).

Таблица 1. Характеристики на ICP-OES спектрометри с висока разделителна способност спектроанализатор JY ULTIMA 2 (Jobin Yvon, France) и Spectroblue SPECTRO, Analytical Instruments GmbH и спектрометър със средна разделителна способност JY 38 (Jobin Yvon, France)

Table 1. ICP-OES spectrometer characteristics. JY ULTIMA 2 (Jobin Yvon, France) and Spectroblue SPECTRO, Analytical Instruments GmbH with high spectral resolution and JY 38 (Jobin Yvon, France) spectrometer with middle spectral resolution with 15,6 pm

Spectrometer Type, Mounting	ULTIMA 2	Spectroblue	JY 38
Optical system	Czerny - Turner, focal length 1 m	Paschen-Runge	Czerny - Turner, focal length 1 m
Grating	Holographic, 2400 grooves mm ⁻¹	Holographic, 3600 grooves mm ⁻¹ (2 nd order) Holographic, 1800 grooves mm ⁻¹ (1 st order)	Holographic, 2400 grooves mm ⁻¹
Wavelength range	1 st and 2 ^d order from 160 to 800 nm	From 165 to 285 nm (3600 grooves mm ⁻¹); from 285 to 470 nm (1800 gr mm ⁻¹)	200 nm – 700 nm first order
Practical spectral bandwidth	5 pm in 2 ^d order from 160 to 320 nm and 10 pm in 1 st order from 320 to 800 nm	8 pm pixel resolution - from 165 to 285 nm and 16 pm pixel resolution from 285 to 470 nm	0.0156 nm, experimental spectral bandwidth
Detectors	High dynamic detectors based on (PMT's)	12 Charge coupled devices (CCD's)	Photomultiplier, Hamatsu TV, R 446
Rf generator	Solid state Rf 40.68 MHz	Free running oscillator Rf 27.12 MHz	Plasam Therm, Rf 27.12 MHz
Frequency	40.68 MHz	27.12 MHz	27.12 MHz
Power output	0.5 - 1.55 kW	0.75 – 1.70 kW	0.5 - 1.50 kW
Nebulizer	Meinhard, concentric glass	Meinhard, concentric glass	Meinhard, concentric glass
Spray chamber	JY - Glass cyclonic	Spectro - Glass cyclonic	JY – Glass cyclonic Scott
Plasma torch	JY - fully demountable torch	Spectro fully demountable torch	JY - nondemountable torch
Injector tube	Alumina – 2 mm inner diameter	Glass – 2 mm inner diameter	Glass – 1.5 mm inner diameter
Pump	Peristaltic, two channels, 12-roller	Peristaltic, four channels, 12-roller	Peristaltic, two channels, 10-roller

Резултати и обсъждане

Оптимизиране на работните условия

Работните условия за трите апарата в присъствие на чист разтворител, ICP-OES спектроанализатор JY ULTIMA 2 (Jobin Yvon HORIBA, Longjumeau, France) и Spectroblue SPECTRO, Analytical Instruments GmbH, Germany и Jobin Yvon JY 38, са представени в Таблица 2.

Таблица 2. Работни условия за трите апарата ICP-OES спектроанализатор JY ULTIMA 2 (Jobin Yvon HORIBA, Longjumeau, France) и Spectroblue SPECTRO, Analytical Instruments GmbH, Germany и JY 38 (Jobin Yvon, France)

Table 2. Operating conditions for the three ICP-OES spectrometers JY ULTIMA 2 (Jobin Yvon HORIBA, Longjumeau, France) и Spectroblue SPECTRO, Analytical Instruments GmbH, Germany и JY 38 (Jobin Yvon, France)

Operating conditions	ULTIMA 2	Spectroblue	JY 38
Incident power, (kW)	1.00	1.50	1.00
Outer argon flow rate, (l min ⁻¹)	13	14	15
Nebulizer, pressure, (bar)	3.2	3.4	2.08
Carrier gas flow rate, (l min ⁻¹)	0.4	0.80	0.55
Sheath gas flow rate, (l min ⁻¹)	0.2	-	-
Auxiliary argon flow rate, (l min ⁻¹)	-	1.0	-
Liquid uptake rate, (ml min ⁻¹)	1.0	1.0	1.3
Plasma observation mode	radial viewing	axial viewing	radial viewing
Observation height, (mm)	10	5	10
Pump speed, (rpm)	20	-	-
Plasma excitation temperature, (T _{exc} , K)	T _{exc} ~ 7100	-	T _{exc} ~ 7000

Оптимизиране на работните условия в присъствие на матричните компоненти

Работните условия са оптимизирани с цел получаване на възможно най-ниски граници на откриване по методология, описана в (Velitchkova, 2007). Оптимални ICP-OES работни условия при определяне на следи от Y, Sc и редкоземни елементи в Eu₂O₃ са постигнати при меки работни условия, съответстващи на входяща мощност = 700 W, сума аерозол-носител аргонов поток + обгръщащ аргонов поток 0.4 l min⁻¹ + 0.4 l min⁻¹, температура за възбуждане ~ 6000 K и магнезиево интензитетно отношение Mg II 280.270 nm / Mg I 285.213 nm = 3.6. (Daskalova, 1996; Velichkov, 1998).

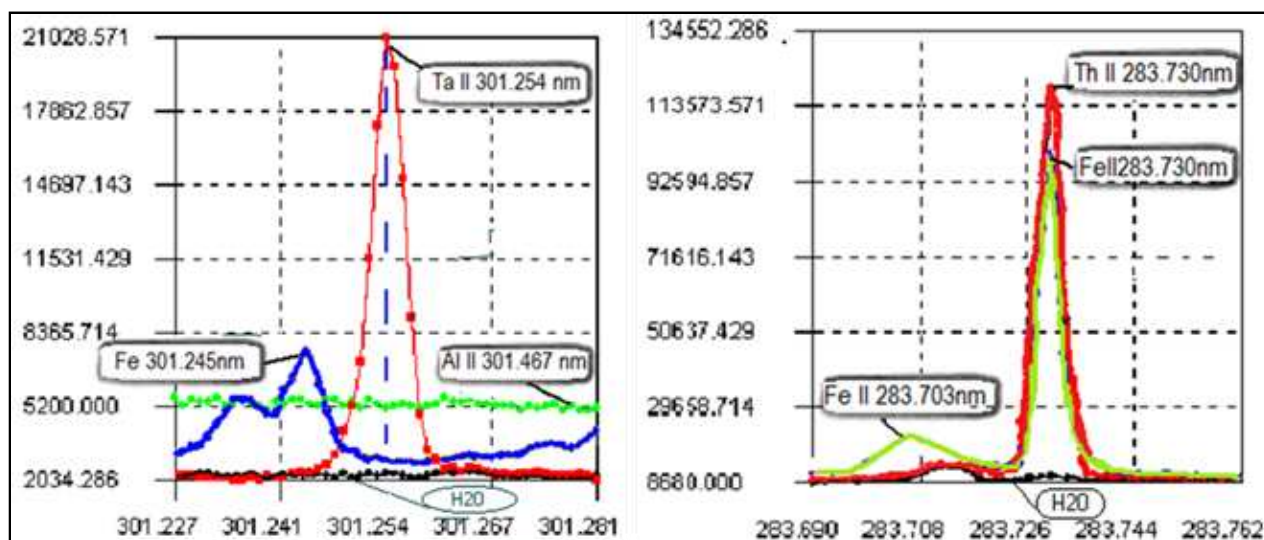
При определяне на **Zr, Nb, Hf, Ta и Th** в геоложки проби са и установени оптимални работни условия при твърди работни условия, които съответстват на входяща мощност = 1000 W, сума аерозол-носител аргонов поток + обгръщащ аргонов поток 0.4 l min⁻¹ + 0.2 l min⁻¹, Температурата за възбуждане на индуктивно свързаната плазма е ~ 7200 K, Mg II 280.270 nm / Mg I 285.213 nm = 11.4. (Velitchkova, 2005).

При определяне на **рений** в молибденови и медни концентрати, съдържащи Mo, Al, Ti, Fe, Mg, Ca и Cu като комплексна матрица и оптимални работни условия при твърди работни условия, които съответстват на входяща мощност = 1000 W, сума аерозол-носител аргонов поток + обгръщащ аргонов поток 0.4 l min⁻¹ + 0.2 l min⁻¹, температурата за възбуждане на индуктивно свързаната плазма е ~ 7200 K, Mg II 280.270 nm / Mg I 285.213 nm = 11.4 (Karadjov, 2016).

Методология за количествена оценка на спектралните пречения в присъствие на матрици с различен състав

Изписване на спектри

Първият етап от тази методология включва изписване на спектри в спектралния прозорец на всяка от аналитичните линии на определяемите елементи в присъствие на $2\,000\text{ g ml}^{-1}$ от всеки матричен компонент поотделно. Примерни спектри са показани на Фигура 3. Вижда се значителна промяна на фона в присъствие на алуминий в максимума на аналитичната линия на тантала (Ta II 301.254 nm) от крило на спектрална матрична линия на Al II 301.467 nm, която е извън спектралния прозорец на изследваната танталова линия. Регистрирано е и спектрално пречене от крило на матрична линия на желязото Fe 301.245 nm (Фигура 3 а). Директно съвпадение на аналитичната линия на тория Th II 283.730 nm с матрична линия на желязото Fe II 283.730 nm е показано (Фигура 3 б).



Фигура 3. Спектри на определяемите и на пречещите елементи в спектралния прозорец на всяка от аналитичните линии на определяемите елементи (а) Ta II 301.254 nm в спектрален прозорец с ширина $\Delta\lambda_a = 54\text{ pm}$. Пречещи елементи: Al и Fe - $2000\text{ }\mu\text{g ml}^{-1}$; (б) Th II 283.730 nm в спектрален прозорец $\Delta\lambda_a = 72\text{ pm}$. Пречещ елемент Fe - $2000\text{ }\mu\text{g ml}^{-1}$

Figure 3. Spectral scans (a) Ta II 301.254 nm in spectral region $\Delta\lambda_a = 54\text{ pm}$. Interfering elements: Al и Fe - $2000\text{ }\mu\text{g ml}^{-1}$; (b) Th II 283.730 nm in spectral region $\Delta\lambda_a = 72\text{ pm}$. Interfering element: Fe - $2000\text{ }\mu\text{g ml}^{-1}$

Наблюдава се значително повишаване на фона в присъствие на Al в максимума на аналитичната линия на Та от крило на матрична линия в зелено. Регистрирано е и спектрално пречене от крило на матрична линия на желязото Fe 301.245 nm в синьо. Директно съвпадение на аналитичната линия на тория Th с матрична линия на желязото Fe се наблюдава във втория спектър. Вижда се, че без пълна информация за спектралните пречения и тяхното влияние върху фона около аналитичните линии на определяемите елементи, не може да се избере подходяща корекционна процедура и точността на аналитичните определения ще бъде застрашена, дори и при използването на спектрометри с висока разделителна способност.

Определяне на Re в Mo и Cu концентрати

Определянето на Re в Mo и Cu концентрати е проведено по трите най-чувствителни линии на рения - Re II 197.248 nm, Re II 221.426 nm и Re II 227.525 nm. При използване на спектрометър с висока разделителна способност от 5 pm и трите рениеви линии показват свръхфина структура представени на Фигура 4.

Re II 197.248 nm	Re II 221.426 nm	Re II 227.525 nm
<u>Re II 197.248 nm</u>	<u>Re II 221.426 nm</u>	<u>Re II 227.525 nm</u>
Re II 197.252	Re II 221.431	Re II 227.534
Re II 197.248	Re II 221.426	Re II 227.528
Re II 197.245	Re II 221.423	Re II 227.522

Фигура 4. Свръхфина структура на най-чувствителните линии на рений: Re II 197.248 nm, Re II 221.426 nm и Re II 227.525 nm

Figure 4. Hyperfine structure of: Re II 197.248 nm, Re II 221.426 nm и Re II 227.525 nm

Асиметрична структура с два пика е регистрирана с ICP с аксиално наблюдение и 27.12 MHz ICP с Paschen-Runge оптична система и 8 pm пиксел разделителна способност представена на Фигура 5.

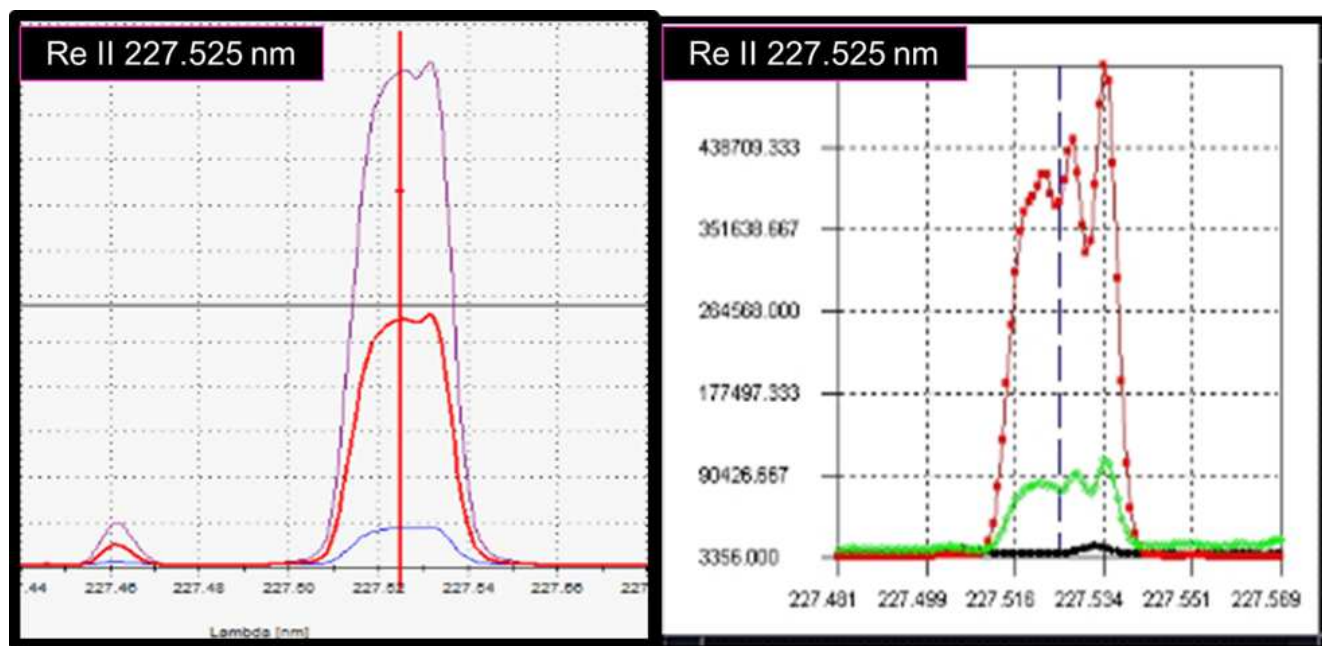
Re II 197.248 nm
<u>Re II 197.248 nm</u>
Re II 197.252
Re II 197.248

Фигура 5. Асиметрична структура с два пика е регистрирана с ICP с аксиално наблюдение и 27.12 MHz ICP с Paschen-Runge оптична система и 8 pm пиксел разделителна способност

Figure 5. Asymmetrical structure with two registered with axial viewing and 27.12 MHz ICP с Paschen-Runge optical system and 8 pm pixel resolution

Сравняване на спектрите на линиите на рения при използване на два различни спектрометъра с характеристики, показани в Таблица 1 при определяне на Re в Mo и Cu концентрати. Наблюдава се, че при спектрометър с по-висока разделителна способност, че спектърът на линията на рения показва свръхфина структура. Регистрирани са три линии Re II 197.248 nm, Re II 221.426 nm и Re II 227.525 nm. За спектрометъра с 27 MHz ICP с аксиално наблюдение и пиксел разделителна способност от 8 pm не е регистрирана свръхфина структура на рениевата линия - Фигура 6. Суперфината структура на Re II 227.525 nm се разделя на четири компонента (Re II 227.528 nm: Re II 227.534 nm, Re II 227.528 nm и Re II 227.522 nm). Тази структура се вижда при спектрометъра с радиално наблюдение и 40.68 MHz ICP and Czerny - Turner спектрометър и ширина на спектралната ивица от 5 pm (FWHM). Асиметричната структура с два пика - първият с централна дължина на вълната $\lambda_a = 227.525$ nm и вторият - широка линия с дължина на вълната $\lambda_a = 227.534$ nm, регистрирана с ICP-OES с аксиално наблюдение и 27.12 MHz ICP с Paschen-Runge оптична система с 8 pm пиксел разделителна способност.

Регистрираните свръхфини структури на най-чувствителните линии на рений позволяват да се използват всички компоненти като отделни определяеми линии. Това дава възможност да се избегнат и спектралните пречения от матрични компоненти.



Фигура 6. Сравняване на спектъра на Re II 227.525 nm получен с два различни спектрометра

Figure 6. Comparison of spectrum derived from two different spectrometers of Re II 227.525 nm

Определяне на елементите в присъствие на матрични компоненти

Поставените аналитични задачи изискват определяне на елементите в присъствие на матрични компоненти с богати емисионни спектри. Основен проблем на ICP-OES са спектралните пречения. Те оказват влияние върху границите на откриване и точността на аналитичните резултати.

Най-трудни проби в това отношение са пробите от околната среда, т.к. те съдържат като основни елементи Al, Ca, Mg, Fe, и Ti, както и редкоземните елементи, които се характеризират с богат емисионен спектър. Спектрите на тези елементи се наслаждат върху аналитичните линии на определяемите елементи по различен начин. Следователно, количествената оценка за двата вида пречене е необходима.

Количествена оценка на спектралните пречения

Използвана е методологията, предложена от Boumans и съавтори (Boumans, 1988). Измерени са следните сигнали: за определяемите елементи – чисти аналитични сигнали (коригирани за фон) - X_A ; фонът в чист разтворител X_B ; пречещите сигнали – пречене от крила на матрични линии $X_W (\Delta\lambda_a)$ и пречене от матрични линии в максимума на аналитичната линия. Общият фонов сигнал за еднoкомпонентна матрица се изразява с уравнение 1:

$$X_{BL} = X_B + X_W (\Delta\lambda_a) + X_{IJ}(\lambda_a) \quad (1)$$

От измерените сигнали са изчислени съответните чувствителности: $[S_A]$ дефинирана като чист аналитичен сигнал за определяемия елемент $[X_A]$ за единица концентрация $[C_A]$; чувствителностите на пречещите сигнали $[S_W (\Delta\lambda_a)]$ и $[S_I (\lambda_a)]$, дефинирани като съответните сигнали $[X_W (\Delta\lambda_a)]$ и $[X_I (\lambda_a)]$, за единица концентрация на матричния компонент $[C_I]$. От получените чувствителности се получават съответните Q-стойности: за пречене от крила на матрични линии в разглеждания спектрален прозорец $[Q_W (\Delta\lambda_a) = S_W (\Delta\lambda_a) / S_A]$ и за пречене от матрични линии в

максимума на аналитичната линия $[Q_I(\lambda_a) = S_I(\lambda_a) / S_A]$. Общият фонов сигнал за многокомпонентна матрица се изразява с уравнение 2:

$$X_{BL} = X_B + \sum_J X_{WJ}(\lambda_a) + \sum_J X_{IJ}(\lambda_a) \quad (2)$$

Чувствителностите на пречещите сигнали за многокомпонентна матрица са: $[S_{WJ}(\Delta\lambda_a)]$ и $[S_{IJ}(\lambda_a)]$, дефинирани като съответните сигнали $[X_{WJ}(\Delta\lambda_a)]$ и $[X_{IJ}(\lambda_a)]$, за единица концентрация на всеки матричен компонент от многокомпонентната матрица $[C_{IJ}]$. От получените чувствителности се получават съответните Q-стойности: за пречене от крила на матрични линии в разглеждания спектрален прозорец $[Q_{WJ}(\Delta\lambda_a) = S_{WJ}(\Delta\lambda_a) / S_A]$ и за пречене от матрични линии в максимума на аналитичната линия $[Q_{IJ}(\lambda_a) = S_{IJ}(\lambda_a) / S_A]$. Boumans и съавтори дефинират и критерия за истинска граница на откриване ($C_{L, true}$) с уравнение 3, а конвенционалната граница на откриване ($C_{L, conv}$) с уравнение 4 (Boumans, 1988):

$$C_{L, true} = 2/5 Q_I(\lambda_a) \times C_I + C_{L, conv} \quad (3)$$

$$C_{L, conv} = 2\sqrt{2} \times 0.01 \times RSDBL \times [BEC + Q_I(\lambda_a) \times C_I + Q_W(\Delta\lambda_a) \times C_I] \quad (4)$$

За еднокомпонентна матрица истинската граница се изразява с уравнение 5, а за многокомпонентна матрица - с уравнение 6:

$$C_{L, true} = 2/5 Q_I(\lambda_a) \times C_I + 2\sqrt{2} \times 0.01 \times RSDBL \times [BEC + Q_I(\lambda_a) \times C_I + Q_W(\Delta\lambda_a) \times C_I] \quad (5)$$

$$C_{L, true} = 2/5 \sum_J Q_{IJ}(\lambda_a) \times C_{IJ} + 2\sqrt{2} \times 0.01 \times RSDBL \times [BEC + \sum_J Q_{IJ}(\lambda_a) \times C_{IJ} + \sum_J Q_{WJ}(\lambda_a) \times C_{IJ}] \quad (6)$$

Големината на истинската граница на откриване се определя от $Q_I(\lambda_a)$ – стойностите в присъствие на дадена матрица, а $Q_W(\lambda_a)$ - стойностите влияят върху границите на откриване чрез конвенционалната граница на откриване (уравнение 4).

При определянето на основни компоненти в многокомпонентна матрица се използва основна зависимост в атомната спектроскопия: когато при дадена дължина на вълната се излъчват две спектрални линии (например една аналитична и една пречеща от матричните компоненти), то произведението от чувствителността на аналитичната линия (S_A) и съответната граница на откриване в чист разтворител (C_{LA}) е равно на произведението от чувствителността на пречещата линия $[S_I(\lambda_a)]$ и границата на откриване на съответния матричния компонент (C_{LI}), т.е.

$$S_A \times C_{LA} = S_I(\lambda_a) \times C_{LI} \quad (7)$$

$$C_{LI} = C_{LA} / Q_I(\lambda_a) \quad (8)$$

Границите на откриване в чист разтворител, използвайки ICP-OES, се определят по уравнение 9, което следва 2 σ критерия на Kaiser. Предложено е от Boumans и съавтори (Boumans, 1988).

$$C_L = 2\sqrt{2} \times 0.01 \times RSDBL \times BEC \quad (9),$$

където: $RSDBL = 1\%$ е относителното стандартно отклонение на фона в чист разтворител, BEC е фоновата еквивалентна концентрация.

От уравнение 8 се изчислява концентрацията на даден матричен компонент при която пречещата линия не оказва влияние на аналитичната линия на определяемия елемент, т.е. преченето от линии в максимума на аналитичните линии е равно на

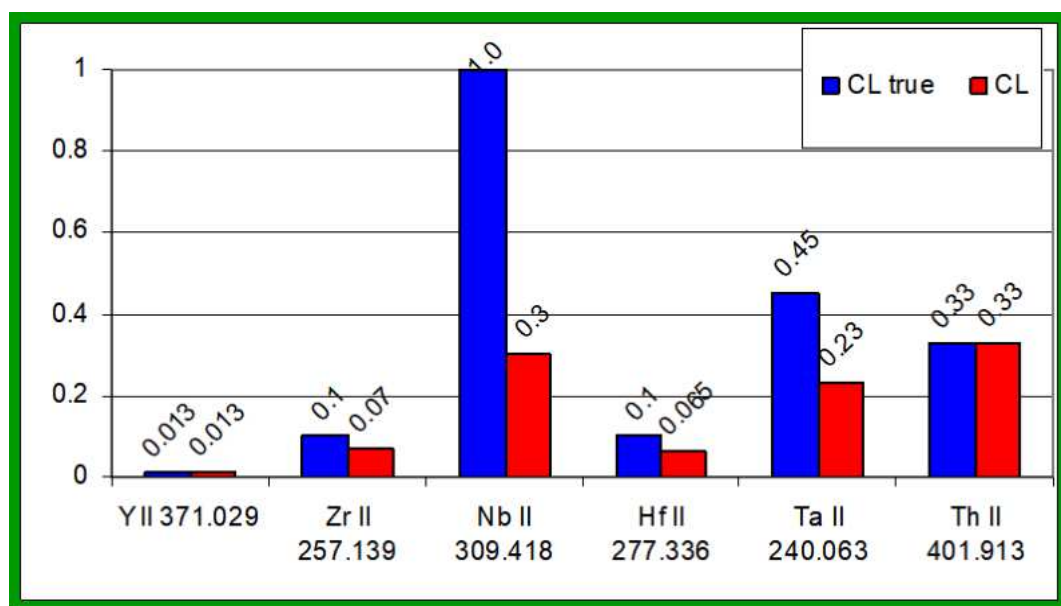
нула [$Q_l(\lambda_a) = 0$]. Тази зависимост дава възможност да се изчислят факторите на разреждане, използвайки различни аналитични линии за определяемите елементи с различни по големина $Q_l(\lambda_a)$ - стойности.

Следователно аналитичното определяне може да се направи, използвайки голям брой аналитични линии при различни фактори за разреждане, което осигурява възможност за получаване на голям брой определения, които могат да се обработят статистически и да се осигури точността на анализа. При тези условия коректната стойност на фона може да се измери от двете страни на аналитичната линия, без да се използва матрична празна проба за измерване в максимума на аналитичната линия. Използването на разредени разтвори не налага корекция на неспектралните пречения и калибрирането се осъществява на базата чисти разтвори.

Граници на откриване

Всички граници на откриване са изчислени при оптималните условия за възбуждане за индуктивно свързаната плазма.

Получените граници на откриване в чист разтворител C_L и границите на откриване по отношение разтвореното количество твърда проба, получени със спектрометър JY ULTIMA 2 (40.68 MHz ICP, спектрометър с разделителна способност 5 pm), са представени на Фигура 7. Не се наблюдава значително влошаване при сравняването на границите на откриване за Y, Zr, Nb, Hf, Ta и Th, получени в присъствие на матрицата и в отсъствието ѝ.



Фигура 7. Сравняване на границите на откриване в чист разтворител C_L и границите на откриване по отношение разтвореното количество твърда проба, получени с един спектрометър (40.68 MHz ICP, спектрометър с разделителна способност 5 pm във втори порядък и 10 pm за първи порядък) ULTIMA 2

Figure 7. Comparison of the detection limits in pure solvent C_L and detection limits according to the dissolved salts derived with (40.68 MHz ICP, spectral resolution of 5 pm in second order and 10 pm for first order) ULTIMA 2

Сравняване на границите на откриване в чист разтворител, получени с две ICP-OES системи - спектрометър с радиално наблюдение и 40.68 MHz индуктивно свързана плазма и с аксиално наблюдение и 27.12 MHz, е представено на Таблица 3.

Таблица 3. Сравняване на границите на откриване в чист разтворител, получени с две ICP-OES системи ULTIMA 2 с радиално наблюдение и 5 pm разделителна способност и Spectro blue с аксиално наблюдение и 10pm разделителна способност
Table 3. Comparison of the detection limits in pure solvent derived with two ICP-OES systems: ULTIMA 2 and Spectro blue

Radial viewing, 40.68 MHz ICP			Axial viewing, 27.12 MHz ICP			
Analysis lines, from HFS	BEC, $\mu\text{g ml}^{-1}$	C_L , ng ml^{-1}	Analysis lines	HFS	BEC, $\mu\text{g ml}^{-1}$	C_L , ng ml^{-1}
Re II 197.251	0.039	1.1	Re II 197.248	not registered	0.014	0.4
Re II 197.248	0.042	1.2				
Re II 197.245	0.046	1.3				
Re II 221.431	0.064	1.8	Re II 221.426	not registered	0.021	0.6
Re II 221.426	0.053	1.5				
Re II 221.423	0.120	27				
Re II 227.534	0.007	0.2		Re II 227.534	0.039	1.1
Re II 227.528	0.110	24	Re II 227.528			
				Re II 227.525	0.053	1.5
Re II 227.522	0.067	1.9				

Оптимален избор на аналитични линии

При оптималния избор на аналитични линии избираме експериментално тези аналитични линии за определяемите елементи, за които стойностите за пречене от матрични линии са $Q_i(\lambda_a) = 0$ или имат най-ниска стойност в сравнение с другите аналитични линии за даден определяем елемент.

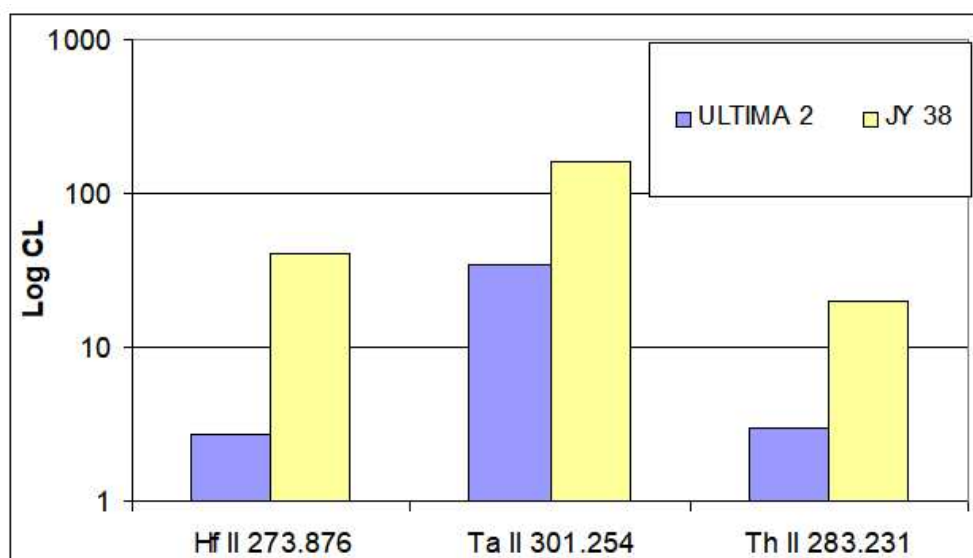
Важно е да се отбележи, че всяка матрица, в зависимост от вида и големината на спектралните пречения, променя реда на аналитичните линии по граници на откриване. Това не може да се предскаже по най-общи съображения, но се установява само чрез системни изследвания. Границите на откриване в чист разтворител не могат да се пренасят като граници на откриване в присъствие на матрици с различен състав.

Сравняване на два спектрометъра Jobin Yvon 38 и ULTIMA 2

Всички граници на откриване са изчислени при оптималната температура за възбуждане (T_{exc}) 6200 K. Температурата за възбуждане е измерена по метода на Болцман и титановите линии.

Сравняване на границите на откриване в чист разтворител C_L

Сравняване на границите на откриване в чист разтворител C_L за линиите на Hf II 273.876, Ta II 301.254 и Th II 283.231, получени с JY ULTIMA 2 и с JY 38 (Фигура 8). Границите на откриване в чист разтворител C_L получени с 40.68 MHz ICP са значително по-ниски в сравнение със съответните стойности показани за 27 MHz ICP (от 3 до 15 пъти)



Фигура 8. Сравняване на границите на откриване в чист разтворител C_L за линиите на Hf, Ta и Th, получени с JY ULTIMA 2 и с JY 38

Figure 8. Comparison of the detection limits in pure solvent C_L for Hf, Ta и Th, derived with JY ULTIMA 2 и с JY 38

Сравняване на границите на откриване в чист разтворител C_L за линиите на Y и редкоземните елементи – Y II 371.024, La II 408.672, Ce II 413.765, Pr II 390.843, Nd II 401.225 и Sm II 359.260, получени с JY ULTIMA 2 и с JY 38 (Таблица 4). Границите на откриване, получени с 40.68 MHz ICP намаляват с фактор от 8 до 21 в сравнение с получените с 27.12 MHz ICP - JY 38.

Таблица 4. Сравняване на границите на откриване в чист разтворител C_L за линиите на редкоземните елементи

Table 4. Comparison of the detection limits in pure solvent C_L for Y and REE

Аналитична линия, λ , nm	40.68 M, Hz ICP Mg II/Mg I = 3.6 $T_{exc} \approx 6000$ K Detection limits, ng ml ⁻¹	27.12 MHz ICP $T_{exc} \approx 6200$ K Detection limits, ng ml ⁻¹
Y II 371.024	0.06 (20)	1.2
La II 408.672	0.16 (18)	2.8
Ce II 413.765	1.10 (9)	9.5
Pr II 390.843	0.60 (25)	15.0
Nd II 401.225	0.32 (21)	7.4
Sm II 359.260	0.43 (8)	3.4

Сравняване на границите на откриване спрямо разтвореното количество твърдо вещество - Истински граници на откриване по отношение на количеството разтворено вещество, %

Сравняване на истинските граници на откриване при определяне на следи Y, Sc и всички редкоземни елементи в Eu_2O_3 като матрица, използвайки 40.68 MHz ICP и спектрометър с плоска холографска дифракционна решетка (експериментално определена ширина на спектралната ивица 10 pm) с 27.12 MHz ICP (експериментално определена ширина на спектралната ивица $BW = 15.6$ pm). И за двете ICP системи са използвани фотоумножители като детектори. $T_{exc} = 6200$ °K (Таблица 5).

Таблица 5. Сравняване на истинските граници на откриване при определяне на следи Y, Sc и всички редкоземни елементи в Eu_2O_3 като матрица използвайки 40.68 MHz ICP и спектрометър с плоска холографска дифракционна решетка (експериментално определена ширина на спектралната ивица 10 pm) с 27.12 MHz ICP (експериментално определена ширина на спектралната ивица BW = 15.6 pm). И за двете ICP системи са използвани фотоумножители като детектори. $T_{\text{exc}} = 6200^\circ\text{K}$
Table 5. Comparison of the detection limits in Y, Sc and REE in Eu_2O_3 as matrix for spectrometer with 40.68 MHz ICP and с 27.12 MHz ICP

Избрани аналитични линии, λ nm	Истински граници на откриване по отношение на количеството разтворено вещество, %	
	40.68 MHz ICP, BW = 10 pm	27.12 MHz ICP, BW = 15.6 pm
Sc II 358.094	6.5×10^{-6}	9.0×10^{-5} (14)
Y II 324.228	8.6×10^{-6}	6.0×10^{-5} (7.6)
Y II 360.073	4.1×10^{-6}	6.0×10^{-5} (14.6)
La II 408.672	4.8×10^{-5}	8.5×10^{-4} (17.7)
Ce II 413.380	1.3×10^{-3}	6.1×10^{-3} (4.7)
Pr II 422.293	1.2×10^{-4}	1.1×10^{-3} (9.1)
Nd II 406.109	8.4×10^{-5}	1.0×10^{-3} (12)
Sm II 359.260	5.2×10^{-5}	6.0×10^{-4} (11.5)

При 40.68 MHz ICP интензивността на аналитичните линии, както и интензивността на фона намаляват в сравнение със съответните стойности в 27.12 MHz ICP. Поради това, че фоновите сигнали в 40.68 MHz ICP намаляват много по-бързо в сравнение със сигналите от линии, отношението сигнал/фон е по-голямо, а границите на откриване са по-ниски. Основният извод е, че при директното ICP-OES определяне на Y, Sc и редкоземни елементи в редкоземни оксиди, използвайки 27.12 MHz ICP и спектрометър с ширина на спектралната ивица 15.6 pm, може да се гарантира следната степен на чистота на редкоземните оксиди: 99.99 % за (Y_2O_3 , La_2O_3 , Tm_2O_3 , Yb_2O_3 и Lu_2O_3); 99.9 % (Sm_2O_3 , Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_4O_7 , Dy_2O_3 , Ho_2O_3 и Er_2O_3); 99% (CeO_2 , Nd_2O_3 , Pr_6O_{11}).

Използвайки 40.68 MHz ICP и спектрометър с високо разделяне, границите на откриване се понижават с един порядък. Ширината на спектралната от ивица 10 pm може да се гарантира един порядък по-висока чистота на редкоземните оксиди: 99.999% (Y_2O_3 , La_2O_3 , Tm_2O_3 , Yb_2O_3 и Lu_2O_3); 99.99 % (Sm_2O_3 , Eu_2O_3 , Gd_2O_3 , Tb_4O_7 , Dy_2O_3 , Ho_2O_3 и Er_2O_3); 99.9 % (CeO_2 , Nd_2O_3 , Pr_6O_{11}).

Разделителната способност на спектрометъра е факторът, който определя границите на откриване, като от нея зависи големината на спектралните пречения. По нататъшното подобряване на границите на откриване може да се постигне при отделяне на матричните компоненти или при концентриране на елементите примеси.

Заклучение

Използването на 40.68 MHz ICP спектрометър с висока разделителна способност и Q –концепцията за количествена оценка на спектралните пречения осигуряват елиминирането на грешките при измерването на чистите аналитични сигнали за определяемите елементи като резултат от погрешно измерени сигнали на фона.

Точността при измерването на аналитичните сигнали осигурява точността на аналитичните определения.

Изборът на подходяща методология за оптимален избор на аналитични линии в присъствие на многокомпонентни и еднокомпонентни матрици гарантира достигане на истински граници на откриване в присъствие на матричните компоненти, които не се различават съществено от границите на откриване в чист разтворител.

Литература

- Anderson, P. R. Taylor, and C. G. Anderson, "Extractive metallurgy of rhenium: a review," Mining, C. D. Metallurgy & Exploration, vol. 30, no. 1, pp. 59–73, 2013.
- Boumans P.W.J.M., J.A. Tielrooy, F.J.M.J. Maessen, Mutual spectral interferences of rare earth elements in inductively coupled plasma atomic emission spectrometry-I. Rational line selection and correction procedure, Spectrochim. Acta Part B 43 (1988) 173–199.
- Daskalova N., S.Velichkov, P.Slavova "Spectral interferences in the determination of traces of scandium, yttrium and rare earth elements in 'pure' rare earth matrices by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry - III. Europium.", Spectrochim. Acta Part B 51 (1996) 733-768
- Gupta C.K., A.K. Suri, "Extractive Metallurgy of Niobium," CRC Press, Inc, pp 21–42 (1994).
- Gibalo M., "Analytical Chemistry of Niobium and Tantalum," Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, pp. 3–4 (1968)
- Jyothi RK, De Melo LGTC, Santos RM and Yoon H-S (2023) An overview of thorium as a prospective natural resource for future energy. *Front. Energy Res.* 11:1132611. doi: 10.3389/fenrg.2023.1132611
- Karadjov M., N. Velitchkova, O. Veleva, S. Velichkov, P.Markov, N. Daskalova, Spectral interferences in the determination of rhenium in molybdenum and copper concentrates by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES), Spectrochimica Acta Part B 119 (2016) 76-82.
- Kasikov A. G., E. A. Shchelokova, and A. M. Dvornikova, "Recovery of rhenium from sulfuric acid solution by TOPO-impregnated silica sorbents," Separation Science and Technology, vol. 56, no. 2, pp. 242–251, 2020.
- Lambert C. E., Lanthanide Series of Metals, in Encyclopedia of Toxicology (Second Edition), 2005.
- Srivastava, P. K., A. Kumar Singh and Beena Sunilkumar. "ICP-OES determination of Nb, Ta, Ti, W, Sn, Zr, and Hf in columbite-tantalite and TiN slag samples." Atomic Spectroscopy 24 (2003): 98-104
- Velichkov S., E. Kostadinova and N. Daskalova, Spectral interferences in the determination of traces of scandium, yttrium and rare earth elements in "pure" rare earth matrices by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Part IV. Lutetium and yttrium, Spectrochim. Acta Part B 53 (1998) 1863 – 1888
- Velitchkova N., N. Daskalova, E. N. Pentcheva - Determination of Y, Zr, Nb, Hf, Ta and Th in geological materials by inductively coupled plasma emission spectrometry, ANNUAIRE de L'UNIVERSITE DE SOFIA "ST. KLIMENT OHRIDSKI" FACULTE DE CHIMIE , 97 (2005) 173 –193
- Velitchkova N., S. Velichkov and N. Daskalova, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry - Optimization of the operating conditions in the determination of trace of elements in line – rich emission matrices, Spectrochim. Acta Part B 62 (2007) 386-402.
- Zinicovskaia I., N. Yushin, D. Grozdov, K. Vergel, P. Nekhoroshkov, and E. Rodlovskaya, "Treatment of rhenium-containing efuents using environmentally friendly sorbent, Saccharomyces cerevisiae biomass," Materials, vol. 14, no. 16, p. 4763, 2021.

Zhumakynbai N., Z. B. Shaimerden, F. A. Berdikulova, B. G. Ondiris, A. G. Khamidulla, N. M. Seidakhmetova, Extraction of Rhenium from Lead Sludge of Copper Production, Journal of Engineering, Hindawi Volume 2023, Article ID 8029697, 8 pages, <https://doi.org/10.1155/2023/8029697>
Мишонова Р., <https://www.climateka.bg/surovini-ot-kritichno-znachenie/>, Икономика и енергетика Общество, 2024.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ЦЕЗИЙ-137 В ПОЧВЕНИ ПРОБИ ОТ ОБЛАСТ ХАСКОВО И КЪРДЖАЛИ, ЮЖНА БЪЛГАРИЯ

Милена Христозова*, Радослава Лазарова, Иванка Йорданова

ИПАЗР „Никола Пушкиров“, Селскостопанска академия

**e-mail: m.hristozova@issapp-pushkarov.org*

CESIUM-137 CONTENT IN SOIL SAMPLES FROM HASKOVO AND KARDZHALI REGION, SOUTHERN BULGARIA

Milena Hristozova*, Radoslava Lazarova, Ivanka Yordanova

Institute of Soil Science “Nikola Poushkarov”, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria

**e-mail: m.hristozova@issapp-pushkarov.org*

Въведение

С въздушните маси през високите слоеве на атмосферата, замърсяването, предизвикано от човешка дейност може да достигне до всяка точка от земната повърхност. По този начин почвата като сложна природна система, се превръща в основен резервоар на различни замърсители, включително тежки метали, органични съединения и радионуклиди. Още с първите ядрени опити, проведени в средата на миналия век в северното полукълбо, съдържание на радиоцезий е отчетено в най-отдалечените чести на Земята, дори в ледници и почвени проби от южния полюс. Така радиологичното замърсяване на почвата представлява дългосрочен екологичен проблем, който засяга устойчивостта на екосистемите, качеството на селскостопанската продукция и човешкото здраве.

Един от основните източници на радиоактивно замърсяване е антропогенният Cs-137. Ядрените тестове и аварии с ядрени съоръжения, допринсят за глобалното му разпространение. През 1986 г. радиационното замърсяване от ядрената авария в Чернобил се отлага на 150 000 km² площ от Съветския съюз и засяга повече от 5 милиона жители. Извън бившия СССР около 45 000 km² в широки райони на Европа са засегнати от цезий-137 между 37 kBq/m² и 200 kBq/m² (UNSCEAR (2008)). В голяма степен, това радиационно замърсяване засяга почвите в България. Поради въздействието на глобални и локални източници на радиоактивно натоварване, дългият период на полуразпад на антропогенния радиоцезий, невъзможността да бъде изведен от почвата, голямата му токсичност за всички живи организми и здравен риск от външно и вътрешно облъчване изследването на състоянието на проблема, както и процесите на миграция, фиксиране и трансфер в системата почва - растение са от особен интерес и днес.

Материали и методи

През периода 2021 - 2024 г. е проведено изследване на съдържанието на цезий-137 в 30 бр. почвени проби от района на Хасковска и Кърджалийска област, в почвения слой 0-10 cm, съгласно стандарт ISO 18589-2:2022. Целта е да се установи радиологичното състояние на почвите в едни от най-замърсените райони на България, почти 4 десетилетия след аварията в Чернобилската ядрена централа.

Изследването е проведено в Лаборатория по радиоекология и радиоизотопни изследвания към ИПАЗР "Н. Пушкиров", която е национална референтна лаборатория в областта на радиометрията и е акредитирана по БДС EN ISO/IEC 17025:2024 за определяне съдържанието на естествени и изкуствени радионуклиди във вода, почва и храна.

Съдържанието на радионуклиди е определено чрез гама-спектрометричен анализ с многоканален анализатор DSA 1000, производство на CANBERRA, с ултрачист Ge-детектор, с 20 % ефективност и разделителна способност 1,8 keV за линията Co-60 с енергия 1332. Използва се софтуерна конфигурация Genie-2000. Измерванията са извършени, съгласно изискванията на стандарт ISO, 18589-3:2024. Детекторът е калибриран със стандартни референтни материали. Активността на Cs-137 в пробите се определя от пика с енергия 661,62 keV. Времето за измерване на една проба варира между 19 и 24 часа. Мерителният съд е Marinelli, геометрия 4π и обем 500 ml.

Поради процесите на миграция и биоаккумуляция е избран представителен обект от обработваема почва с най-високото за района съдържание на радиоцезий. Изследвана е активността на цезия през различни сезони. Почвените резултати се сравняват с наличие на Cs-137 в растителни проби от 8 висши растения, отглеждани на изследваната територия, с цел да се проследи в естествени условия трансфера на радиоизотопа от почвения субстрат към растението, както и да се сравни степента на усвояване и натрупване на цезий-137 в различните растителни видове.

Извършени са изследвания на 30 бр. обработваеми и целинни почви от Хасковска и Кърджалийска област, както и на 8 растителни проби.

Определено е съдържанието на естествения калий-40 и антропогенния Cs-137 чрез гама-спектрометричен анализ.

Резултати и обсъждане

По цялата територия на България радиоактивният цезий е разпределен нехомогенно в резултат, както на височинните тестове от средата на миналия век, така и на Чернобилската ядрена авария през 1986 г. След аварията активността на Cs-137 в почвите на България е нараснала между 3-10 пъти, достигайки в отделни случаи до 50 пъти над характерните фонові стойности (Naydenov and Staneva, 1987a).

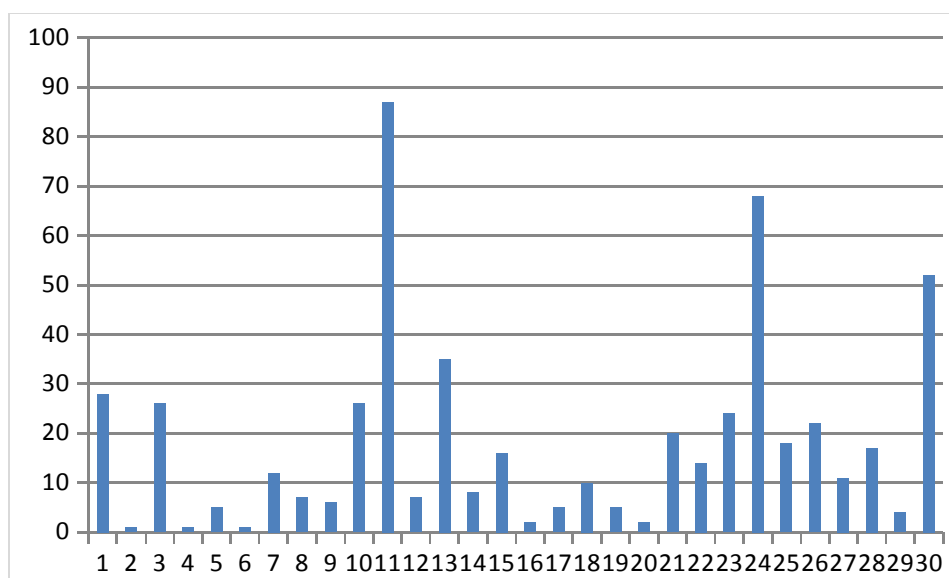
Поради дългият период на полуразпад (30 години), цезият присъства във всички звена на екосистемата. Районът на Хасковска област е един от най-засегнатите. Замърсяването в Южна България се регистрира и днес (Таблица 1).

Способността на почвата да задържа или да пропуска радионуклиди, като цезий-137, зависи от множество фактори, включително физико-химичните характеристики на почвата, климатичните условия и особеностите на ландшафта. Точките на пробовземане са разположени в равнинни райони с близки климатични условия, за да се намали възможността за изявена хоризонтална миграция. В дълбочина, стойностите на цезия се запазват близки. Само в две проби активността на радиоизотопа е под МДА. 50% от пробите са със съдържание на цезий-137 между 10 и 30 Bq/kg. В три от пробите резултатите са значително над тези стойности. Възможно е по-високата концентрация в тези обработваеми почви да се дължи на допълнително внесено, след 1986 г., по-високо съдържание на цезий с естествената тор. След направените радиологични изследвания, бяха установени минимални стойности за Cs-137 < 1 Bq/kg и 260 Bq/kg за К. Максималните стойности за 87 Bq/kg за Cs-137 и 1430 Bq/kg за К.

Таблица 1. Съдържание на радионуклиди в обработваеми (ОП) и целинни почви от територията на Хасковска и Кърджалийска област в Bq/kg

N o	местоположение	дълбочина a cm	¹³⁷Cs	⁴⁰K
1	Димитровград	0 - 10	28±1	670±10
2	с. Черни рид	0 - 10	< 1	850±20
3	Златодобивна мина Ада тепе	0 - 10	26±1	360±10
4	Ада тепе – открит рудник	0 - 10	< 1	1000±10
5	Маджарово	0 - 10	5±1	1430±20
6	Кърджали	0 - 10	1±0.5	750±20
7	с. Чинка	0 - 10	12±1	260±10
8	с. Кандилка	0 - 10	7±2	300±10
9	с. Бориславци	0 - 10	6±1	850±20
10	Крумовград 1 - ОП	0 - 10	26±4	260±4
11	Крумовград 2 - ОП	0 - 5	87±4	540±10
	Крумовград 2 - ОП	5 - 10	76±3	570±10
	Крумовград 2 - ОП	10 - 20	76±3	570±10
12	Крумовград	0 - 10	7±1	540±20
13	с. Лешниково - ОП	0 - 10	35±3	670±20
14	Станка чешма	0 - 10	8±1	265±30
15	Илиева нива	0 - 10	16±2	620±65
16	с. Колибари	0 - 10	< 2	265±35
17	Свиленград	0 - 10	5±1	660±70
18	Любимец	0 - 10	10±1	800±70
19	с. Бисер	0 - 10	5±1	920±90
20	Харманли -	0 - 10	< 2	710±70
21	с. Минерални бани	0 - 10	20±3	1000±100
22	с. Силен	0 - 10	14±2	920±90
23	с. Студен кладенец	0 - 10	24±5	720±75
24	с. Ръженово - ОП	0 - 10	68±18	840±80
25	с. Гугутка	0 - 10	18±4	620±20
26	с. Аврен	0 - 10	22±5	590±30
27	Момчилград	0 - 10	11±2	500±15
28	Джебел	0 - 10	17±3	920±40
29	Симеоновград - ОП	0 - 10	4±1	480±10
30	с. Узунджово - ОП	0 - 10	52±15	860±30
	Минимални и максимални стойности	0 - 10	< 1 - 87	260 - 1430

От данните за специфичната активност и динамика на Cs-137 се потвърждава нехомогенното замърсяване на почвата в резултат на въздушния транспорт (Фигура 1). Цезият е подвижен и водоразтворим елемент. Въведен в почвата той е подложен в различна степен на хоризонтална и вертикална миграция. В дълбочината на почвения хоризонт, той реагира с органични съединения и в голяма част остава фиксиран в глинести почви. По този начин, значително съдържание на цезий се регистрира в почвени проби десетки години след първоначалното замърсяване.



Фигура 1. Съдържание на цезий-137 в изследваните почвени проби (Bq/kg)

Приема се, че механизмите за усвояване на K^+ в живите организми са сходни с тези на Cs^+ . Следователно при растения с афинитет към K и наличието му в големи количества в почвата, приемането на Cs ще бъде подтиснато. Динамиката на двата елемента не винаги съвпада при прехода им от почвата към растенията и преразпределение в растителния организъм (Rai and Miku, 2020). В изследваните проби няма ясно установена зависимост между съдържанието на двата елемента в растенията. Установено е съдържание над прага на детектируемост в листната маса само при два от видовете – череша и малина. Резултатите са далеч от регламентираната стойност от 600 Bq/kg за храни (Таблица 2).

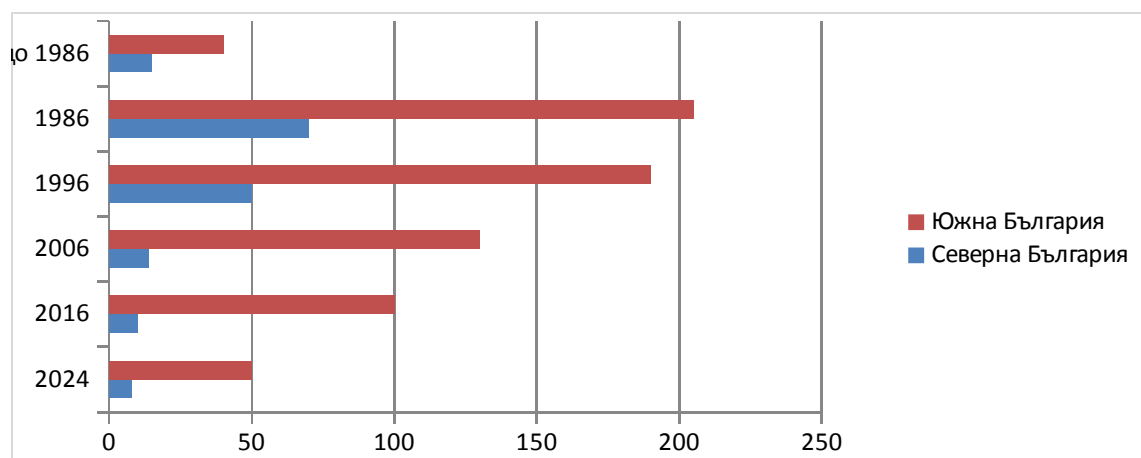
Таблица 2. Съдържание на Cs-137 и K-40 (Bq/kg) в растителни видове, отглеждани в почва със съдържание на Cs-137- 76 ± 3 Bq/kg и на K-40 - 570 Bq/kg

Растителен вид	Cs-137	K-40
Ягода (<i>Fragaria chiloensis</i> , L.)	< 1	38 ± 3
Слива (<i>Prunus domestica</i> , L.)	< 1	140 ± 10
Череша (<i>Prunus avium</i> , L.)	1.02 ± 0.5	70 ± 8
Ябълка (<i>Malus domestica</i> , L.)	< 1	175 ± 10
Мушмула (<i>Mespilus germanica</i> , L.)	< 1	25 ± 5
Смокиня (<i>Ficus carica</i> , L.)	< 1	66 ± 7
Лоза (<i>Vitis</i> sp., L.)	< 1	40 ± 6
Малина (<i>Rubus idaeus</i> , L.)	2.18 ± 0.5	62 ± 10

Лабораторията по радиоекология и радиоизотопни измервания към институт „Пушкарров“ провежда ежегодни радиологичните изследвания на почвени проби от мониторинговата мрежа на страната. При сравнение на резултатите от района на област Кърджали и Хасково с осреднени данни за Северна и Южна България, от преди Чернобилската авария, до днес, се установява добре изразен спад на активността на цезия (Фигура 2).

До 1986 г. средната стойност на специфичната активност на ^{137}Cs в Северна България е 10 Bq/kg, а в Южна България - 26 Bq/kg (Naydenov and Staneva, 1987b). След 1990 г. цезий-137 може да бъде открит във всички почвени проби (Yordanova et al., 2007). През 1996 г. поради високата нехомогенност средните стойности на изотопа варират между 160 и 280 Bq/kg за Южна България и между 40 и 60 Bq/kg - за Северна България (Yordanova et al., 2014). По данни на ИАОС (2016) най-високи

стойности са регистрирани в Западните Родопи (район Четрока - 261/kg и гр. Лъки - 189 Bq/kg). 38 години след аварията в Чернобил настоящото изследване регистрира специфична активност на цезий-137 от <1 до 87 Bq/kg (Hristozova and Lazarova, 2022). Това намаление на активността на ^{137}Cs в повърхностния слой на почвата се дължи главно на неговия радиоактивен разпад.



Фигура 2. Намаляване на активността на цезий-137 в почвени проби от Чернобилската ядрена авария до днес

Екологичните катастрофи като ядрените аварии в Чернобил и Фукушима, които инжектират в околната среда огромни количества радиоцезий, предоставят на практика огромна възможност за експериментални изследвания и търсене на методи за извеждане или намаляване въздействието на радионуклидите в замърсените почви. Възможните решения могат да бъдат сведени до:

- Физични методи - отстраняване на горния почвен слой, (приложим за малки участъци, силно замърсени площи) и промиване на почвата с химически разтвори за извличане на радионуклидите.

- Химични методи – чрез добавяне на адсорбенти като зеолити и бентонит, които могат да фиксира Cs-137 и да намали неговата мобилност или коригиране на киселинността. Варуването на кисели почви спомага за по-добра фиксация на радионуклидите, тъй като високата киселинност улеснява миграцията на Cs-137 в по-дълбоките почвени хоризонти.

- Биологични методи - Фиторемедиация. (Растения като слънчоглед, рапица и люцерна са ефективни за извличане на Cs-137 от почвата).

Заклучение

Почвата е основен колектор на радиационно замърсяване. Цезий-137 се регистрира в изследваните територии от Южна България, 38 години след първоначалното му отлагане. Вследствие на естествения полуразпад на радионуклида, неговите нива, достигат тези от преди 1986 г. за Северна България, а за Южна България, все още са почти два пъти над тези стойности. От изследваните 8 вида растения, развиващи се в почвата с най-високо за района съдържание на цезий-137, само в два се установи незначително количество на изследвания радионуклид. Резултатите са многократно по-ниски от допустимата нормативна доза. В практиката, след аварията в Чернобил (1986) и Фукушима (2011), не са открити научнообосновани и рентабилни подходи за почистване на замърсените почви. За това е много важно радиологичния мониторинг на почви и храни, да се извършва регулярно, за да се осигури контрол и дългосрочната екологична сигурност, с цел опазване на почвеното и човешкото здраве.

Литература

- ИАОС (2016). Радиационно състояние на околната среда.
- BDS EN ISO/IEC 17025:2018. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories - ISO/IEC 17025:2017.
- 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>
- <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.01.011>
- <https://old.eea.government.bg/bg/soer/2016/radiation/radiatsionno-sastoyanie-na-okolnata-sreda>
- ISO 18589-2:2022 Measurement of radioactivity in the environment – Soil - Part 2: Guidance for the selection of the sampling strategy, sampling and pre-treatment of samples; Part 3: Measurement of gamma-emitting radionuclides.
- Naydenov M., Staneva D. (1987a) Composition and specificity of the contamination on the territory of the country after the accident in Chernobyl's NPP. Scientific Reports and Announcements. Bulgarian Academy of Agriculture, Sofia, Bulgaria, pp. 63–69.
- Naydenov M., Staneva D. (1987b) Study of the radiation status of Bulgarian soils in May 1986. Scientific Reports and Announcements. Bulgarian Academy of Agriculture, Sofia, Bulgaria, pp. 98–103.
- Rai H., Miku K., (2020). Dynamics of Radio-Cesium in the Soils and Plants: Newly Elucidated Mechanism of the Cesium Uptake into Rice Plants. KAGAKU TO SEIBUTSU. 58. 333-342. 10.1271/kagakutoseibutsu.58.333.
- UNSCEAR (2008). Report to the General Assembly with Scientific Annexes VOLUME II Scientific Annexes C, D and E).
- 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, pp 69-74.

ИЗНЕСЕНИ ДОКЛАДИ

(РЕЗЮМЕ)

ORAL REPORTS

(ABSTRACT)

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

(РЕЗЮМЕ)

DECISION SUPPORT TOOL FRAMEWORK FOR SOIL HEALTH BUSINESS MODELS

Dimitre Nikolov¹, Ivan Boevsky¹, Martin Banov², Ekatherina Tzvetanova^{1*},
Krasimir Kostenarov¹, Kristina Todorova³

¹ New Bulgarian University

² Agricultural Academy, “N. Poushkarov” Institute of Soil Science,
Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

³ University of National and World Economy

*e-mail: ecvetanova@nbu.bg

Abstract

The aim the included tools in NOVASOIL DST for soil health business models is to support the decision to implement new incentives in the farms taking into consideration the soil health risk specific environment and the implementation costs. The NOVASOIL toolbox contains three major components (Figure 1). Digital hub of knowledge where users could cooperate regarding soil health – collecting information, using the forum, or the newsletter. Digital tools for soil health business models (tool 2) aims to help the selection of the most appropriate incentives based on the internal, external environment, and costs for implementation.

The study aims to present the framework and the basic design of the third tool – Decision support tools for soil health business models.

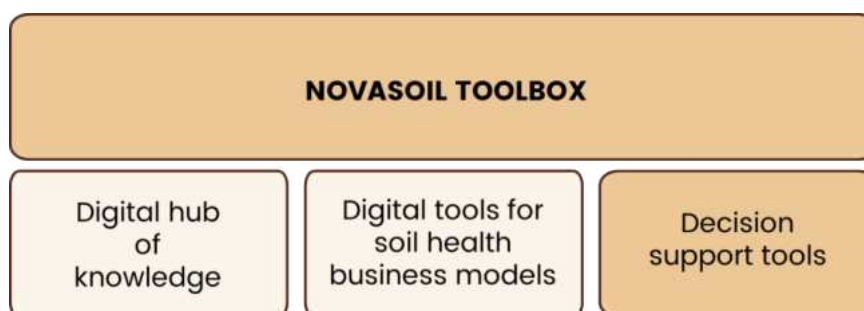


Figure 1. WP 3 digital toolbox

The goal of DST is to support the choice of the most appropriate soil health risk mitigation strategy taking into consideration the specific soil health risk, soil health risk mitigation activities and the costs for implementation (Figure 2).

The DST for soil health business models includes three main modules:

Registration module;

Risk assessment module;

Optimisation module.

The user must make a registration to see their history and to perform new one.

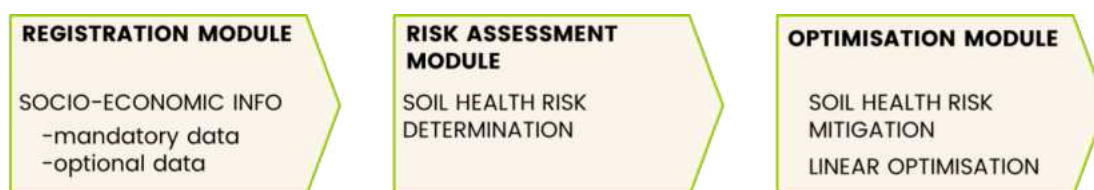


Figure 2. NOVASOIL DST connection

All components of the tool will be tested with real data. Also, the tools will be presented to stakeholders and based on the feedback will be made correction if it is needed.

Risk assessment module. The business model needs the soil health risk must be estimated. In the frame of the DST we developed this module based on a fuzzy-logic approach for the estimation of soil health risk of cropping practices. The backbone of the RAM tool stems from the soil indicators recommended by FAO and the indicators identified by experts under NOVASOIL project. This approach ensures wider and deeper evaluation of the analyzed risk at farm level in the context of the local Soil Health business model.

In this module the user could evaluate the soil in nine easy steps (Figure 3). The user should answer 12 questions related to soil health. Depending on the answers, which are structured according to different levels of restrictions L, the level of risk is determined. An option is chosen from drop down menu options to answer the questions. Depending on the answer, the appropriate level is given (L). Based on the latter, the tool brings back short and simple recommendations (Figure 4).

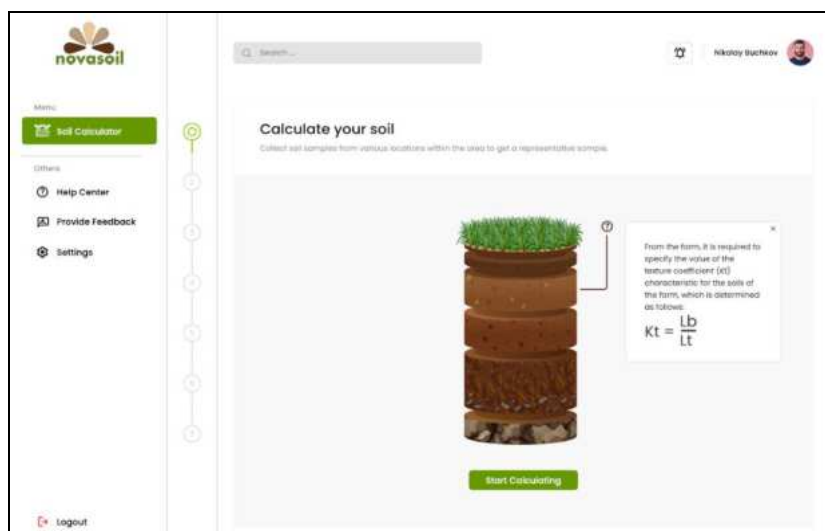


Figure 3. RAM recommendations

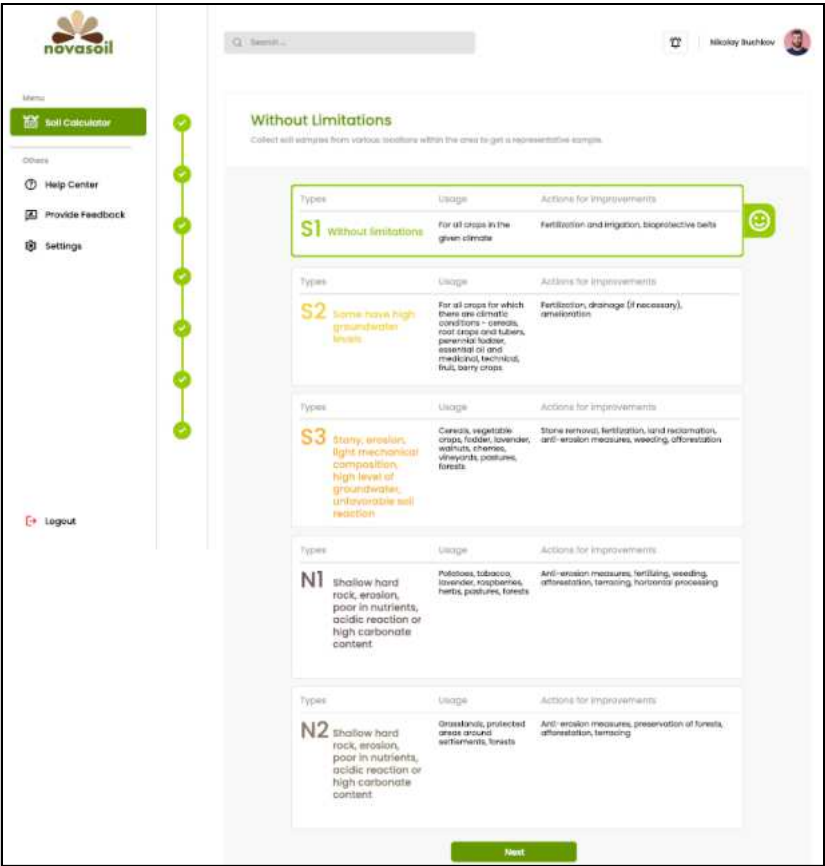


Figure 4. RAM recommendations

Optimization module. After the estimation of the soil health risk a list with incentives and practices that he can use to mitigate the soil health risk. Gross Margin (GM) is used to estimate risk mitigation (Figure 5).

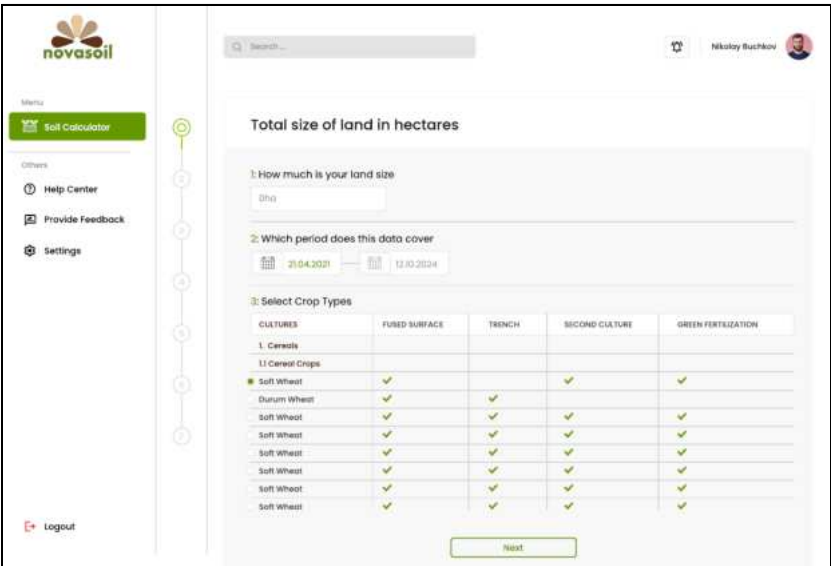


Figure 5. Optimization module – first step

Then, it is made linear optimization. Linear optimization plays a crucial role in economics, offering powerful tools for solving complex problems. Linear programming, a branch of applied mathematics, focuses on minimizing or maximizing linear cost functions subject to linear constraints. This approach is particularly useful in production planning

(Schulze, 1998). For the optimization, it is necessary to derive a function to find a minimum or a maximum. It is also necessary to determine the quantitative constraints of the model. The simplex method, along with its variants like the revised simplex method and network simplex method, has been the primary algorithm for solving linear programming problems efficiently over the past 50 years. A large advantage of the linear optimization problem is that in the last few decades, it has been computerized and there exists software that can solve such problems. The optimization objective is GM of the farm. The quantity of land with a single crop is the optimization solution. A set of limitations for linear optimization must be applied using the software suggestions or setting by the farmer.

In the first part of the DST, based on information processed through the fuzzy logic approach, the risk related to soil health is assessed based on indicators recommended by FAO and selected by expert opinion. On this basis, the tool envisages the provision of recommendations on certain practices aimed at improving soil health. In the second part DST produces optimal solutions based on different scenarios for simulation farmers' economic behaviour under the assumption of gross margin maximization. Implementing the limitations in the optimization module can simulate also how policy changes can have an impact on soil health business models.

Acknowledgments

This paper is prepared as part of scientific project NOVASOIL “Innovative business models for soil health”, Horizon 2020 Research and Innovation action, under grant agreement No 101091268, funded by EU program HORIZONT 2020.

ПОЧВЕНИТЕ РЕСУРСИ В ЮЖЕН ЦЕНТРАЛЕН РАЙОН НА БЪЛГАРИЯ: ГРАНИЦИ МЕЖДУ ЗДРАВЕ И ДЕГРАДАЦИЯ

Мариана Христова*

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола
Пушкаргов“, Селскостопанска академия*

**e-mail: marihristova@hotmail.com*

Резюме

Проектът ПОЗАМ 15 (2024–2027) има за цел актуализиране на информацията за почвените ресурси в Южен централен район на планиране (ЮЦРП), с акцент върху тяхното опазване и устойчиво използване. В този контекст проектът се вписва добре в темата за здравето на почвата. Здравето на почвата се определя от химични, физични и биологични показатели, които отразяват нейната продуктивност и екологично състояние.

В рамките на първата година бе изготвена актуализирана почвена карта (22 365 km²) на базата на съществуващата почвена карта на България в мащаб 1:400 000, от която е изолиран ЮЦРП. Актуализацията е извършена чрез пространствен анализ на земното покритие, използвайки последното издание на CORINE Land Cover, и обработка на данни чрез софтуер с отворен код, заложен в методологията на проекта. Районът включва разнообразни почвени типове, сред които високопродуктивните, но и ерозирани горски почви, което отразява влиянието на геоложката основа, растителността, земеползването и климатичното разнообразие.

В проучването са интегрирани данни от базовия мониторинг, които са с високо ниво на достоверност и осигуряват обективна оценка на почвеното състояние. В този доклад фокусът е върху химичните характеристики, като се оценяват индикаторите за плодородие и наличието на вредни вещества, което дава цялостна представа за почвеното състояние и потенциалните рискове. Основните почвени индикатори включват органичен въглерод (хумус), общ азот, C:N съотношение, както и съдържание на тежки метали (Ni, Cr, Pb, Zn, Cu, Cd, As, Hg). Тези данни позволяват идентифициране на деградационни процеси и оценка на агроекологичните рискове. Резултатите показват, че в значителна част от района почвеното плодородие е запазено, докато тежките метали са предимно фонові стойности, свързани с геоложката основа и рудни находища.

Проучването подчертава необходимостта от интегрирано управление на почвените ресурси, отчитайки почвено-климатичните условия и устойчивите земеделски практики. Разработен е иновативен метод за агроекологична оценка, който ще бъде усъвършенстван в следващите етапи на проекта. Получените резултати дават ценни насоки за устойчиво използване и възстановяване на почвите в ЮЦРП.

ИНТЕГРИРАНЕ НА САТЕЛИТНИ И НАЗЕМНИ ДАННИ ЗА КОМПОНЕНТИ НА ВОДНИЯ БАЛАНС НА ПОЧВАТА И РАСТИТЕЛНАТА ПОКРИВКА В СИМУЛАЦИОННИ МОДЕЛИ

**Гергана Кунчева¹, Милена Керчева^{1*}, Виктор Колчаков¹, Десислава Ганева²,
Лъчезар Филчев², Златомир Димитров², Атанас Атанасов³,
Маргаритка Филипова³, Пламена Николова³, Мартин Ненов¹, Илиана Иванова⁴,
Галин Гинчев⁴, Петър Николов¹, Катерина Донева¹, Цеца Симеонова¹,
Милена Митова¹, Мария Иванова¹, Цветина Папаркова¹, Йонита Перфанова¹,
Лев Трибис¹, Мартин Банов¹**

¹*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола
Пушкарров“, Селскостопанска академия*

²*Институт за космически изследвания и технологии – БАН*

³*Русенски университет „Ангел Кънчев“*

⁴*Институт по земеделие и семезнание „Образцов Чифлик“ – Русе,
Селскостопанска академия*

**e-mail: m.kercheva@issapp-pushkarov.org*

Резюме

С развитието на дистанционните методи за наблюдение на земната повърхност, все по-широко приложение намират сателитните данни, както за оценка на състоянието на културите чрез вегетационни индекси (ВИ), така и чрез интегрирането на показатели, изведени от сателитни изображения, с наземни данни в симулационни модели. Това е начин за допълване на липсващи наземни данни и допълнителна възможност за калибриране и подобряване на точността на прогнозите. Значителен напредък в усвояването на сателитни данни в детерминистичните симулационни модели е постигнат по отношение на данни за влажността на почвата, евапотранспирацията и листовплощния индекс. Сред популярните модели, които са обект на такива изследвания са WOFOST, WinIsareg и SWAT, които се различават по възможности, показатели и пространствен обхват на прогнозите за агроекологичните рискове от суша, водна ерозия и измиване на хранителни вещества с повърхностните и подземните води. Проучването на най-подходящите алгоритми за асимилиране на сателитни данни в симулационни модели е обект на изследване на проект, финансиран от ФНИ в рамките на Конкурс за фундаментални научни изследвания 2023. Прогнозните данни ще бъдат валидирани с наземни данни, получени при конвенционално и почвозащитно отглеждане на култури със слята повърхност (пшеница) и окопни култури (царевица, слънчоглед) върху склонови и равнинни терени в 12 основни пункта за наблюдение в Североизточна България. Направен е анализ на различни подходи за извличане на данни за влажността на почвата, евапотранспирацията и листовплощния индекс от сателитни мисии и безпилотен летателен апарат, които да бъдат с висока пространствено-времева резолюция. Ключово изискване за постигане приложимост на резултатите на ниво поле, при различни комбинации почва-растение-климат-агротехнология, е постигането на висока точност на повърхностната почвена влажност и постоянна точност на оценката на влажността в коренообитаемия почвен слой в различните фази на посева.

Ключови думи: воден баланс на почвата, сателитна информация, растителна покривка, симулационни модели.

INTEGRATION OF SATELLITE-DERIVED AND GROUND-BASED DATA ON SOIL WATER BALANCE COMPONENTS AND CROP COVER INTO SIMULATION MODELS

Gergana Kuncheva¹, Milena Kercheva^{1*}, Viktor Kolchakov¹, Desislava Ganeva²,
Lachezar Filchev², Zlatomir Dimitrov², Atanas Atanasov³, Margaritka Filipova³,
Plamena Nikolova³, Martin Nenov¹, Iliana Ivanova⁴, Galin Ginchev⁴, Petar Nikolov¹,
Katerina Doneva¹, Tsetska Simeonova¹, Milena Mitova¹, Maria Ivanova¹,
Tsvetina Paparkova¹, Jonita Perfanova¹, Lev Tribis¹, Martin Banov¹

¹ *Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection Nikola Poushkarov, Agricultural Academy*

² *Space Research and Technology Institute (SRTI), Bulgarian Academy of Sciences*

³ *University of Ruse "Angel Kanchev"*

⁴ *Institute of Agriculture and Seed Science "ObraztsovChiflik", Ruse, Agricultural Academy*

*e-mail: m.kercheva@issapp-pushkarov.org

Abstract

With the development of remote sensing methods of the Earth's surface, satellite data are increasingly being used, both for assessing the condition of crops through vegetation indices (VIs) and through the integration of indicators derived from satellite images with ground-based data in simulation models. This is a way to supplement missing ground-based data and an additional opportunity to calibrate and improve forecast accuracy. Significant advances have been achieved in the assimilation of satellite data for soil moisture, evapotranspiration and leaf area index (LAI) in the deterministic simulation models. Among the most popular models which are explored for such assimilation are WOFOST, Winsareg and SWAT, which differ between each other regarding their capacity, number of variable and spatial extend of the prediction for the agroecological risks for drought, soil water erosion and loss of nutrients through runoff and percolated water out of the plant root zone. The study of the most suitable algorithms for the assimilation of satellite data in simulation models is the subject of research of a started project funded by the National Science Fund under the Competition for financial support for basic research projects - 2023. The simulated data will be validated with ground-based data obtained during conventional and soil protection cultivation of small grain cereal crop (wheat) and row crops (maize, sunflower) on sloping and flat terrains in 12 main observation points in North-Eastern Bulgaria. An analysis is conducted of different approaches for extracting soil moisture, evapotranspiration, and leaf area index data from the satellite missions and unmanned aerial vehicles with high spatiotemporal resolution. A key requirement to achieve applicability of the results at the field level, under different combinations of soil-plant-climate-agrotechnology, is the achievement of high accuracy of surface soil moisture and constant accuracy of moisture estimation in the root-zone soil layer during the crop vegetation period.

Key words: soil water balance, satellite information, vegetation cover, simulation models.

Благодарности

Авторите благодарят за финансирането на научните изследвания по проект „Интегриране на сателитни и наземни данни за компоненти на водния баланс на почвата и растителната покривка в модели за оценка на агроекологични рискове и земеделски практики за смекчаването им” от Фонд „Научни Изследвания” (договор КП-06 Н 76/2 2023).

ОЦЕНКА НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА МОДЕЛА ИНДЕКС ЗА КАЧЕСТВОТО НА ВОДИТЕ (WQI) В РАЙОН ОТ ЗАПАДНА БЪЛГАРИЯ

Цецка Симеонова*, Люба Ненова

Институт по Почвознание, Агротехнологии и Защита на Растенията “Н. Пушкиров”, гр. София, 1331, ул. Шосе Банкя 7, Селскостопанска Академия

**e-mail: cecka_simeonova@abv.bg*

Резюме

През последните десетилетия подземните води са засегнати от разрастването на урбанизираните територии, което причинява сериозни екологични проблеми като обогатяването им с нитрати и други елементи и влошава качеството им.

Целта на изследването е да се оцени качеството на подземните води от смесен урбанизиран район, като се използва индекс за качество на водаите (WQI) определен по метода на средноаритметичния индекс на претеглената стойност. Мониторингът е проведен през 2022 г., във водосбора на с. Лозен (близо до град София). В схемата на изследване са включени смесени райони (села), където се отглеждат интензивни зеленчукови култури. На подземните води са изследвани физико-химичните показатели като (рН, електропроводимост, обща минерализация, обща твърдост), определен е катионно-анионеният им състав. Установено е, че водите се характеризират с алкална реакция и по-високо съдържание на химични елементи, някои от които надвишават ПДК за питейни води. Наблюдавано е, че подземните води имат калциево-хидрокарбонатно-сулфатен състав. Индексът за качеството на водите (WQI) в изследвания район варира от 20,13 до 137,56, като част от водите са с отлично качество, а други с влошено. Установено е, че водоизточниците с влошено качество се дължат на антропогенно замърсяване, което е свързано с особеностите на почвените, геоложки и хидроложки характеристики на изследваната територия, както и от конкретните условия на земеползване. Динамиката на процесите, обуславящи обогатяването на подземните води с различни елементи и тяхното преразпределение в пространството, налага извършването на периодичен мониторинг на химичния им състав с цел актуализиране на информацията за тяхното състояние.

Ключови думи: урбанизирана територия, химичен състав, подземни води, индекс на качество на водите (WQI).

ASSESSMENT OF GROUNDWATER PARAMETERS USING THE WATER QUALITY INDEX (WQI) MODEL IN A REGION OF WESTERN BULGARIA

Tsetska Simeonova*, Lyuba Nenova

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

In recent decades, groundwater has been affected by the growth of mixed urban areas, which causes serious environmental problems such as its enrichment with nitrates and many elements and deteriorates its quality. In the present study, an attempt was made to assess the groundwater quality of a mixed urbanized area by using the Water Quality Index (WQI) by weighted arithmetic mean index method. The monitoring was conducted in the period of 2022, on the watershed of the village of Lozen (near the city of Sofia). Mixed urban areas (village), where intensive vegetable crops were grown are included in the scheme of the study. The physico-chemical indicators such as (pH, electrical conductivity - EC, total dissolved solids - TDS, total hardness- TH) were studied on the groundwater and their cation-anion composition was determined. It was found that groundwaters were characterized by alkaline reaction and higher content of chemical elements some of which exceed the maximum permissible concentration level (MPCL) in the standard for drinking water. The groundwater was observed to have a calcium-hydrocarbonate-sulfate composition. The WQI in the investigated area ranged from 20.13 to 137.56, as some of the waters are of excellent quality, and others with deteriorated. It was established that the water sources with degraded quality are due to anthropogenic pollution, which was related to the peculiarities of the soil, geological and hydrological characteristics of the studied area, as well as to the specific conditions of land use. The dynamics of the processes causing enrichment of groundwater with various elements and their redistribution in space require periodic monitoring of their chemical composition with a view to updating the information on their condition.

Key words: mixed urban area, chemical composition, groundwater, water quality index (WQI).

ANALYSIS OF THE RESULTS FROM THE SOIL RESTORING STRATEGIES IMPLEMENTATION - EXPERIMENTAL FIELDS OF THE INSTITUTE OF FRUIT GROWING, PLOVDIV, BULGARIA

**Irina Staneva^{1*}, Vanya Akova¹, Stefan GandeV¹, Viktor Kolchakov², Martin Banov²,
Dimitre Nikolov³, Ivan Boevsky³, Ekatherina Tzvetanova³, Krasimir Kostenarov³**

¹ *Agricultural Academy, Fruit Growing Institute - Plovdiv*

² *Agricultural Academy, "N. Poushkarov" Institute of Soil Science,
Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria*

³ *New Bulgarian University*

**e-mail: tsarewa@abv.bg*

Abstract

In connection with the implementation of work packages 1 "Farm networking and farm scale monitoring in EU and China" and 3 "Integrating on-farm solutions for restoring degraded soils, interpreting impact on soil health" under the TUDI project "Transforming Unsustainable management of soils in key agricultural systems in EU and China. Developing an integrated platform of alternatives to reverse soil degradation", on the territory of the experimental fields of the Institute of Fruit Growing, Plovdiv, collection and systematization of data from the conducted experiments was carried out.

The studies conducted include the following options:

1. Maintenance in black fallow,
2. Fruit-bearing peach plantation maintained in natural mulch.

At the first location, we grow cherry planting material. The object of the study was "Bigarreau Burlat" cultivar grafted on the seedling rootstock *Prunus mahaleb*.

The results obtained showed that the plants have well developed biomass. This indicator is related to the physiological status of the plants and shows that the plants in location one have good photosynthesis.

The values obtained for growth habits of the plants in location one shows that we produced standard cherry planting material suitable to be planted in fruit orchards.

In the peach orchard, feeding with organic products has been carried out.

Soil samples were collected and analyzed and characterization of soil differences was performed.

The levels of stocking with basic nutrients /nitrogen, phosphorus and potassium/ in the examined perennials at a depth of up to 60 cm, as well as after fertilization with bioproducts, were determined.

It has been established that the fertilization of alluvial-meadow soils with high doses of Biohumus leads to an increase in the mobile forms of phosphorus in the soil, and there is a close relationship between the rate of fertilization and the amount of mobile forms of phosphorus.

It has been established that the long-term application of bioproducts favors the soil characteristics in the peach plantation and contributes to a favorable supply of nutrients (potassium, phosphorus and nitrogen) optimal for the nutrition of the peach trees. The application of organic products has a positive effect on the supply of nutrients and therefore increases its productivity.

Acknowledgments

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

СИМУЛИРАНЕ НА ВЛАЖНОСТНИЯ РЕЖИМ НА СРЕДНОЕРОЗИРАН КАРБОНАТЕН ЧЕРНОЗЕМ С МОДЕЛА SWAT ПРИ РОТАЦИЯ ПШЕНИЦА- ЦАРЕВИЦА

Милена Митова*, Милена Керчева, Гургана Кунчева, Виктор Колчаков

*Институт па почвознание,
агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров”*

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

Резюме

Почвената влажност е основен фактор за продуктивността на селскостопанските култури и процеси, протичащи в почвата, и е директен индикатор за селскостопанската суша. Основната цел на изследването е оценка на влажностния режим на Карбонатен чернозем (Epicalcic Chernozem) в среда на QGIS въз основа на проведени симулации чрез модела SWAT (Soil & Water Assessment Tool) при ротация на пшеница-царевица. Изследването е проведено за малък суб-водосбор (16.28 km²) от водосбора на р. Русенски Лом и включва територията на ОП за борба с почвената ерозия в с. Тръстеник, Русе. Използвани са данни за почвени хидрологични свойства и ежедневни метеорологични данни за 3-годишен период (2021-2023), както и дигитални карти на почвените различия, височинен модел на релефа и начин на земеползване в суб-водосбора. Симулираните данни за разпределение на влажността в дълбочина са сравнени с реално измерените данни по гравиметричен метод до 1 м дълбочина и чрез автоматичните станции TEROS с TDR сензори, монтирани на две дълбочини - 15-20 и 35-40 см. Представени са генерирани карти за почвената влажност на суб-водосбора в избрани дати и данни за годишния ход на влажността на почвата под двете култури в опитното поле. Данните са използвани за идентифициране на продължителността и интензивността на почвеното засушаване през изследвания период.

Ключови думи: SWAT модел, Карбонатен чернозем, влажностен режим, зимна пшеница, царевица, ротация.

Благодарности

Авторите благодарят за финансирането на научните изследвания по проект „Интегриране на сателитни и наземни данни за компоненти на водния баланс на почвата и растителната покривка в модели за оценка на агроекологични рискове и земеделски практики за смекчаването им” от Фонд „Научни Изследвания” (договор КП-06 Н 76/2 2023).

SIMULATING THE MOISTURE REGIME OF A MODERATELY ERODED EPICALCIC CHERNOZEM WITH THE SWAT MODEL UNDER WHEAT-MAIZE ROTATION

Milena Mitova*, Milena Kercheva, Gergana Kuncheva, Viktor Kolchakov

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Poushkarov”,
1331 Sofia, Bulgaria*

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

Abstract

Agricultural droughts are directly linked to soil moisture content, which is an important factor for crop production and other soil processes. The main objective of this study is to assess the soil moisture regime of Epicalcic Chernozem in a QGIS environment based on simulations carried out through the SWAT (Soil & Water Assessment Tool) model under winter wheat-maize rotation. The study is conducted on a small sub-basin (16.28 km²), part of the Rusenski Lom River watershed and includes the territory of the experimental field for erosion control near to the village Trastenik, Ruse. Data on soil hydrological properties and daily meteorological data for a 3-year period (2021-2023), as well as digital soil map, digital elevation model (DEM) of the relief and land use map of the sub-basin were used for simulations. The predicted data for moisture distribution along the 1 m soil depth are compared with the actual data measured by the gravimetric method and by the TEROS automatic stations with TDR sensors mounted at 15-20 and 35-40 cm soil depths. The soil moisture maps generated for the sub-basin in specific dates and the annual course of soil moisture content under the two crops grown in the experimental field are presented. The data are used to indicate the duration and intensity of soil drought during the studied period.

Key words: SWAT model, Epicalcic Chernozem, soil moisture regime, wheat, maize, rotation.

Acknowledgements

The authors acknowledge funding of research activities received from the National Science Fund under grant agreement КП-06-H76/2 2023 (project “Integration of satellite derived and ground-based data for soil water balance components and crop cover into models for assessment of agroecological risks and agricultural practices for their mitigation”).

ДИНАМИКА НА НАТРУПВАНЕ АБСОЛЮТНО СУХА БИОМАСА ПРИ ЦАРЕВИЦА В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПРИЛОЖЕНИ НОРМИ НА ТОРЕНЕ С АЗОТ, ФОСФОР, КАЛИЙ И СИЛИЦИЙ НА АЛУВИАЛНО-ЛИВАДНА ПОЧВА

Миладин Назарков*, Илияна Герасимова

Институт по Почвознание, Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкиров“, Селскостопанска академия, София, България

**e-mail: m.nazarkov@issapp-pushkarov.org*

Резюме

Основна задача на съвременното земеделие включва получаването на високи добиви от отглежданите култури с високо качество от единица площ.

Извършеното изследване цели да се определи влиянието от използване на различни количества основни макроелементи на азот (N), фосфор (P), калий (K) и силиций (Si), върху развитието на ранен хибрид царевица (*Zea mays* L) - P 8834, ФАО 300 (CRM/FAO – 88/300) на фирма Corteva Agriscience. Отчетени са оптималните им стойности в условията на изведен полски опит, извършен при поливни условия, върху Алувиално-ливадна почва (Eutric Fluvisol, FAO) на ОП в Цалапица, област Пловдив. Проучването включва общо девет варианта (V1 – V8 - използване на минерални торове с различни норми на торене и V9 - без торене), вариращи в три повторения. Взети и анализирани са растителни проби по фази на развитие в царевица – „9-10-ти“ лист и „млечно-восъчна зрялост“. Отчетен е общ добив суха биомаса от надземната маса на културата.

Установено е, че при формиране на добива от абсолютно суха биомаса в двете изследвани фази, използването на минерални торове е оказал еднопосочно положителен ефект върху количеството на натрупаната абсолютно суха биомаса (листа + стъбла във фаза „9-10-ти“ и листа + стъбла + кочани в следващата фаза на изпитване).

Най-ниски резултати на получена абсолютно суха биомаса от едно растение, са отчетени във варианта без торене (V9) и в двете изследвани фази. Във фаза „9-10-ти“ лист на културата, най-много суха биомаса от растение е получена във V4 – 23,45 g/plant, попадащ в група C, при който е доказана статистическа значима разлика с всички изучавани варианти на изследването.

Във фаза „млечно-восъчна зрялост“, най-голям ефект върху получения добив суха биомаса от растение на листа, стъбла и кочани е отчетен в осми вариант – 245,74 g/plant, следван от V5 – 241,57 g/plant, като разликите между тях не са статистически доказани.

Отчетен е общият добив абсолютно суха биомаса от листа, стъбла и кочани във фаза „млечно-восъчна зрялост“, който варира в широки граници от 4857,77 - 12142,1 kg/ha (V9 - V4), като най-нисък е добивът отчетен във варианта без приложено торене. И двата варианта попадат в различни хомогенни групи – група A и E, като разликите в получените добиви между тях са статистически доказани.

Ключови думи: минерални торове – азот, фосфор, калий и силиций, норми на торене, добив абсолютно суха биомаса, царевица.

DYNAMICS OF ABSOLUTELY DRY BIOMASS ACCUMULATION IN MAIZE DEPENDING ON APPLIED RATES OF FERTILIZATION WITH NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM, AND SILICON ON ALLUVIAL-MEADOW SOIL

Miladin Nazarkov*, Iliyana Gerasimova

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Pushkarov",
Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria*

**e-mail: m.nazarkov@issapp-pushkarov.org*

Abstract

The main task of modern agriculture is to obtain high yields from cultivated crops and high quality per area.

The main objective of the research was to determine the impact of using different amounts of main macronutrients nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), and silicon (Si), on the development of early maize hybrid (Zea mays L) - P 8834. FAO 300 (CRM/FAO – 88/300) produced by Corteva Agriscience. The optimal values were reported in the conditions of field experiment, under irrigation conditions, on Alluvial-meadow soil (Eutric Fluvisol, FAO) in Tsalapitsa, Plovdiv area. The study includes a total of nine variants (V1 – V8 - using mineral fertilizers with different rates of fertilization and V9 - no fertilization), in three replications. Plant samples were taken and analyzed in two different phases in maize - "9-10th" leaf and "milk-wax maturity". The total yield of dry biomass from the above-ground mass of the crop was reported.

It was established that when forming the yield of absolutely dry biomass in the two investigated phases, the use of mineral fertilizers had a positive effect on the amount of accumulated absolutely dry biomass (leaves + stems in the "9-10th" phase and leaves + stems + cobs in the next testing phase).

The lowest absolute dry biomass per plant results were reported in the variant without fertilization (V9) and in both investigated phases of the culture. In the plant's phase "9-10th" leaf, the driest biomass was obtained in V4 - 23.45 g/plant, falling into group C, where a statistically significant difference with all other study variants was proven.

In the "milk-wax maturity" phase, the highest yield of dry biomass per plant of leaves, stems and cobs was reported in the variant eighth - 245.74 g/plant, followed by V5 - 241.57 g/plant, and the differences between them are not statistically proven.

The total yield of absolutely dry biomass from leaves stems, and cobs in the "milk-wax maturity" phase was reported, and it varied widely from 4857.77 to 12142.1 kg/ha (V9 - V4), the lowest being the yield reported in the variant without fertilization. Both variants fall into different homogeneous groups—a group A and E—and the differences in the obtained yields between them are statistically proven.

Key words: mineral fertilizers - nitrogen, phosphorus, potassium, and silicon, fertilization rates, yield of absolutely dry biomass, maize.

NEMATODE COMMUNITIES IN COARSE TEXTURED SOILS

Zhenya Ilieva^{1*}, Iliyan Iliev², Desislava Serkedzhieva¹

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

² *Sofia University “St. Kl. Ohridski”*

**e-mail: zhenya107a@gmail.com*

Abstract

Oriental tobacco has been grown in Blagoevgrad region, South Western Bulgaria since the 17th century. The long term monoculture was connected with intensive application of chemical plant protection products after the middle of 20th century. Farmers from the Struma river basin transferred to production of vegetables in the last 20 years. There are still a lot of small tobacco fields in the Basin of Mesta River and its influxes.

About four-fifths of all animals are nematodes – the most abundant multicellular organisms on the Earth. They belong to all major heterotrophic levels of the soil food webs and their communities are often used as bioindicators of stress.

The aim of the present study was to describe soil food webs based on nematode communities in different soil conditions.

Five different localities in the tobacco fields of the villages of Ribново (Eutric Leptic Cambisols – Humic, Loamic, Protocalcic), Valkosel (Eutric Leptic Cambisols – Loamic, Ochric), Ablanitsa (Eutric Leptic Cambisols - Loamic, Ochric); Dabnitsa (Eutric Fluvisol – Loamic, Ochric), and the eggplant field Parvomay (Fluvisol) were sampled. Twelve undisturbed soil cores of 100 cm³ were taken from 0 to 5 and from 15 to 20 cm soil layers per field. After elutriation with Oostenbrink apparatus each sample was put on the modified Bearman funnel. Extracted nematodes were counted *in vivo* after 72 and 144 h under inverted microscope. Nematodes were fixed and mounted in semipermanant slides and identified to genus level under Olympus BX51 microscope. Identified genera were separated by trophic groups (Yeates et al., 1993), life strategies (Bongers, 1991) and guilds (Bongers and Bongers, 1998). Faunistic analysis of nematode food webs (Ferris et al. 2001) and metabolic footprint (Ferris, 2010) were conducted by the NINJA calculator (Serebrjannikov et al., 2014).

Isolated 30 322 specimens belonged to 71 genera of 43 families and 12 orders of Nematoda. The most diverse with 24 genera was the group of Bacterivorous nematodes. The most diverse community was identified in Eutric Leptic Cambisols - Humic, Loamic, Protocalcic (Ribново) – 59 genera and the least one - in Eutric Leptic Cambisols – Ochric (Ablanitsa). Four genera were found to be specific only for Fluvisol (Parvomay), e.g. *Nothacrobeles*, *Longidorus*, *Xiphinema* and *Mesocriconema*. From all 12 studied indexes only 3 revealed significant differences between studied sites – Sigma MI, PPI and Channel Index.

The food webs were less structured and enriched with organic matter in upper soil horizon. Food webs in 0-5 horizon of Ablanitsa, Valkosel, Parvomay and Dabnitsa were characterized as degraded, depleted, and conductive. The decomposition channels were predominantly fungal. Deeper horizon in Ribново, Dabnitsa and Ablanitsa was characterized with maturing, regulated N-enriched food webs with the prevalence of the fast bacterial channels. Food webs of horizon 15-20 cm in Parvomay and Valkosel and 0-5 cm in Ribново were matured, fertile, with moderate proportion of N:C and balanced slow and fast channels of degradation and suppressive.

Acknowledgments

Study was supported by Bulgarian Science Fund, grant No KP-06 H36/12 2019, project with acronym GallNem.

ПОСТЕРНА СЕСИЯ
(ПЪЛЕН ТЕКСТ)

POSTER SESSION
(FULL PAPER)

ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ
(ПОЛНЫЙ ТЕКСТ)

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПРОГРАМЕН ПРОДУКТ „TRAFFIC ORACLE“ ПРИ ОЦЕНКА НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО С Cd И Pb НА ПОЧВА В БЛИЗОСТ ДО АВТОМОБИЛЕН ПЪТ

Дафинка Пангарова, Екатерина Серафимова

*Университет за химични технологии и металургия,
бул. "Климент Охридски" №8, София, България*

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

Резюме

Настоящото изследване е опит за прилагане на програмен продукт "TRAFFIC ORACLE", предназначен за определяне разсейването на емисиите на вредни вещества от превозни средства и тяхната концентрация в приземния атмосферен слой при оценка на замърсяването с Cd и Pb на почвите в близост до автомобилни пътища. За зона за изследване е избрана обработваема почва с площ 100 m², разположена по протежението на републикански път II-81. От данните за интензивността на движението и категорията на отделните моторни превозни средства, метеорологичните условия в зоната на изследване и напречния профил на пътя в изследвания участък чрез използване на модулите на програмния пакет, са изчислени годишните емисии на Cd и Pb и средногодишните концентрации на елементите в рецепторни точки разположени на отстояния 11m, 36 m и 61 m от ръба на пътното платно. Отделно са взети 9 повърхностни почвени проби (0÷20 cm) на разстояния от 11m, 36 m и 61 m от ръба на пътното платно. За почвените проби е определена общата концентрация на Cd и Pb чрез атомно абсорбционна спектроскопия. Направен е анализ и сравнение на зависимостите на концентрациите на Cd и Pb и разстоянието от пътното платно, получени чрез използването на модела от софтуерния пакет, и реално установените концентрации в почвата.

Ключови думи: тежки метали, замърсяване на почва, компютърно моделиране, струен Гаусов модел, автомобилни пътища, атомно абсорбционна спектроскопия.

APPLICATION OF "TRAFFIC ORACLE" SOFTWARE PACKAGE IN THE ASSESSMENT OF Cd AND Pb CONTAMINATION OF ROADSIDE SOIL

Dafinka Pangarova, Ekaterina Serafimova

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

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

Abstract

The present study is an attempt for application of "TRAFFIC ORACLE" software package that is intended for determination of diffusion of harmful substances emitted by motor vehicles emissions and their concentrations in ground atmospheric layer, in the assessment of Cd and Pb contamination of roadside soils. Cultivable soil with an area of

100 m², located along the national road II-81, was chosen as the study area. From the data on the traffic intensity and the individual motor vehicles category, the weather conditions in the study area and the road cross-section by using the modules of the program package, the annual emissions of Cd and Pb and the average annual concentrations of the elements in receptor sites located at distances of 11m, 36m and 61m from the edge of the roadway were calculated. Additionally, 9 surface soil samples (0÷20 cm) were taken at distances of 11 m, 36 m and 61 m from the edge of the roadway. For the soil samples, the total concentration of Cd and Pb was determined by atomic absorption spectroscopy. An analysis and comparison of the dependences of Cd and Pb concentrations and the distance from the roadway, obtained by using the model from the software package, and the actual concentrations in the soil were made.

Key words: heavy metals, soil contamination, computer modeling, jet Gaussian model, highways, atomic absorption spectroscopy.

Introduction

The increasing global concern over environmental pollution has focused attention on soil contamination with heavy metals, particularly cadmium (Cd) and lead (Pb) (Wieczorek, 2018). These toxic elements, primarily emitted from vehicle exhaust and brake lining wear, enter roadside soils through dry and wet atmospheric deposition.

The accumulation of Cd and Pb in roadside soils is concerning due to their environmental persistence and entry into the food chain. Health impacts include cancer risk and kidney damage from cadmium exposure, while lead affects the nervous system, particularly in children's cognitive development (Kumar, 2020; Boudia, 2020).

Computer modelling has become essential for understanding soil contamination processes, ranging from statistical approaches to complex multi-parameter systems. Diffusion-dispersion models (Li, 2020; Guo, 2021) and geochemical models (Bychinsky, 2021; Loftis, 2021) are particularly relevant for assessing roadside soil pollution. The Traffic Oracle software package, recommended by the Ministry of Environment and Water for Environmental Impact Assessments of investment proposals for road construction and rehabilitation, combines atmospheric emission calculations (EEA, 2001) with a Gaussian plume model for ground-level pollution from linear and area sources.

This research evaluates the effectiveness of the Traffic Oracle software package in predicting roadside soil contamination with cadmium and lead by comparing actual total soil concentrations against model-projected concentrations in the ground atmospheric layer.

Materials and Methods

Study area

The study site comprises a 1000 m² agricultural soil zone, situated perpendicular to Route II-81, spanning from km 12+400 to km 12+420 on the right side of the roadway, with the sampling zone initiating 11 m from the road edge. The study site location is illustrated in Figure 1.



Figure 1. Location of the study area

Sampling and Sample Preparation

Soil samples were collected at 0-20 cm depth, following Ordinance No. 3 (01.08.2008). Nine samples were taken at 10 m intervals parallel to the road and 25 m intervals perpendicular to the road. It is made sample preparation and the concentrations of Cd and Pb in the filtrates were determined using a Perkin-Elmer 5000 atomic absorption spectrometer with a C₂ H₂ /air flame module.

Input data for the model

Receptors for measuring atmospheric Cd and Pb concentrations were placed at soil sampling points, with coordinates determined via Google Maps and input into the Traffic Oracle diffusion model. The Annual Average Daily Traffic (AADT) and traffic composition for the studied road section, according to data from the Automatic Traffic Counter (ATC) installed at the exit of Kostinbrod town, as recorded by the Institute of Roads and Bridges, are presented in Table 1.

Table 1. Annual average daily traffic for 2020

CP ¹	PC ² , no.	B ³ , no.	LGV ⁴ , no.	AGV ⁵ , no.	HGV ⁶ , no.	HGVA ⁷ , no.
ATC	4774	12	309	132	26	75

¹CP=counting point; ²PC=passenger cars; ³B=buses; ⁴LGV= light good vehicles; ⁵AGV=average good vehicles; ⁶HGV= heavy good vehicles; ⁷HGVA= articulated heavy good vehicles;

Meteorological data

The annual mean temperature in the study area is 9.7°C (DZZD "SUSTAINABILITY KOSTINBROD 21", 2020). Due to the lack of a meteorological station in Kostinbrod, wind speed, and frequency data were obtained from the nearest station "Bozhurishte" (Kyuchukova, 1982).

For emission calculations, all vehicles were assumed to be registered before 1990, with a road gradient >4%. Traffic count was conducted over 1440 minutes (24h). The "Highways and roads" detailed method and linear source option were selected in "EMISSIONS" mode. In "DIFFUSION" mode, the study zone (190 m) was divided into 10 straight subsections, with a 150 m x 150 m area discretized into 15 steps of 10 m each. Parameters included "Outside urban area" surface type and 0.07 m/s gravitational deposition rate. Annual average pollutant concentration distributions were additionally processed using "Surfer9" software. All data were analyzed using the Analysis Tools Pack of MS Excel Professional Plus 2021.

Results and Discussion

The results for the estimated emissions of cadmium and lead when applying the EMISSIONS module of the software package are given in Table 2.

Table 2. Estimated emissions of Cd and Pb

Pollutant	Average annual emission, (g/(s.m))		
	4-6 % gradient		
	Going down	Going up	Total
Cadmium	3.00E-11	3.00E-11	6.00E-11
Lead	1.18E-08	1.18E-08	2.36E-08
Pollutant	Annual emission, kg/year		
Cadmium	1.42E-05		
Lead	5.58E-03		

From the results, it can be concluded that the emission of lead is considerably higher than that of cadmium.

Figures 2 and 3 show the isolines of annual average concentrations of Cd and Pb in the ground atmospheric layer. Maximum annual average concentrations estimated by the "Diffusion" module are $1.38\text{E-}02 \text{ ng/m}^3$ for cadmium and $5.44\mu\text{g/m}^3$ for lead.



Figure 2. Isolines of annual average concentration of Cd, ng/m^3

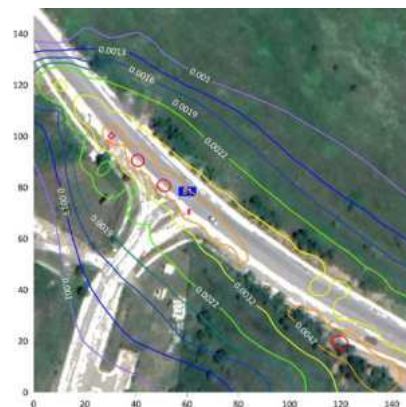


Figure 3. Isolines of annual average concentration of Pb, $\mu\text{g/m}^3$

The results illustrated in Figures 3 and 4 indicate that pollutant concentrations decrease with increasing distance from the road edge, but are unevenly distributed along the study zone. Pollutant concentrations decrease in the direction of Lom (northwest).

Peak annual mean concentrations of the investigated pollutants are found in proximity to the roadway centrelines, a zone exempt from ambient air quality standards.

Table 3 gives summarized results for cadmium and lead total concentration in soil and average annual concentration in the ground atmospheric layer together with some statistical values.

Table 3. Summarized results for Cd and Pb concentrations

Distance from the road edge, m	Sampling point/ Receptor	Cd _s ¹⁾ , mg/kg	Coefficient of variance, %	Cd _a ²⁾ , ng/m ³	Coefficient of variance, %	Pb _s ³⁾ , mg/kg	Coefficient of variance, %	Pb _a ⁴⁾ , mkg/m ³	Coefficient of variance, %
11	X _{1,11}	0,248	91	6,40E-03	47	64,041	47	2,52E-03	48
	X _{2,11}	0,248		8,20E-03		65,757		3,30E-03	
	X _{3,11}	1,208		1,10E-02		65,724		4,30E-03	
31	X _{1,31}	0,247		3,90E-03		21,712		1,50E-03	
	X _{2,31}	0,246		5,10E-03		65,319		1,90E-03	
	X _{3,31}	0,249		6,80E-03		44,085		2,52E-03	
61	X _{1,61}	0,238		2,80E-03		21,995		1,10E-03	
	X _{2,61}	0,247		3,20E-03		20,496		1,30E-03	
	X _{3,61}	0,249		3,80E-03		44,173		1,50E-03	
1) Total Cd concentration in soil at each sampling point; 2) Annual average Cd concentration of ground atmospheric layer at each receptor 3) Total Pb concentration in soil at each sampling point; 4) Annual average Pb concentration of ground atmospheric layer at each receptor									

Analysis of the data from Table 3 shows that the coefficients of variation for lead concentrations in soil and in the ground atmospheric layer are approximately equal, and the concentrations decrease with increasing distance from the roadway, which could indicate that the presence of lead in the soil is primarily attributable to vehicle exhaust emissions. Conversely, the coefficients of variation for cadmium concentrations exhibit marked disparity between soil and ground atmospheric layer estimations. While

atmospheric concentrations follow expected dispersion patterns, average soil cadmium concentration peaks at 11 m from the road edge and maintains relative stability with increasing distance from the roadway.

Figures 4 and 5 are shown linear regressions for Cd and Pb concentration in soil depending on Cd and Pb concentration in the ground atmospheric layer, together with brief statistical output.

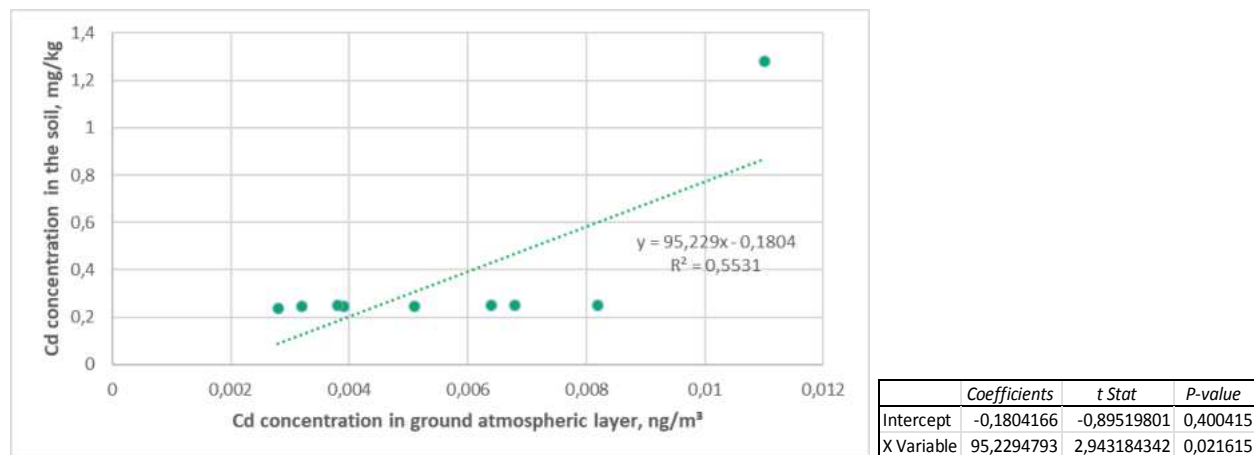


Figure 4. Linear regression for Cd

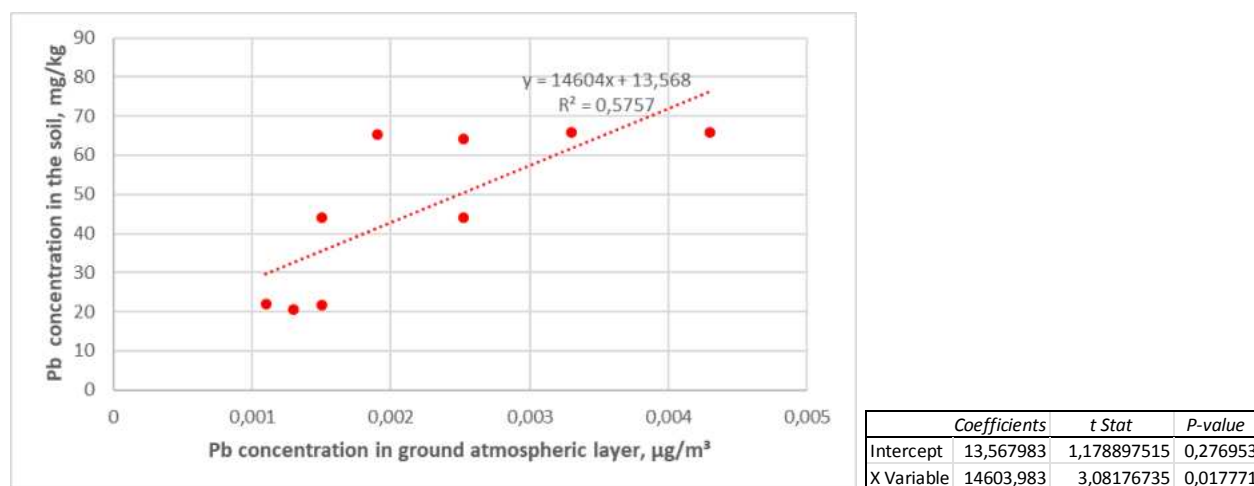


Figure 5. Linear regression for Pb

The linear regression analysis shown in Figures 4 and 5 indicates that ground-level atmospheric concentrations predict soil concentrations for both cadmium and lead at significance level ($p < 0.05$). The variable coefficients are significant ($p < 0.05$), while the intercept coefficients (at zero atmospheric pollutant concentration) are not significant ($p > 0.05$).

Conclusion

The Traffic Oracle software package effectively predicts roadside soil contamination with Cd and Pb, demonstrated by statistically significant correlations between modelled atmospheric and measured soil concentrations ($p < 0.05$). While lead shows consistent decrease patterns with distance from the road, cadmium exhibits more complex distribution, suggesting influence of additional factors beyond atmospheric deposition. To validate the software's predictive capabilities more comprehensively, future studies should extend this research to diverse soil types along different road categories and traffic intensities, incorporating seasonal variations and various land use patterns.

Acknowledgements

This work was supported by Contract №BG-RRP-2.004-0002-C01, BiOrgaMCT, Procedure BG-RRP-2.004 „Establishing of a network of research higher education institutions in Bulgaria“, funded by BULGARIAN NATIONAL RECOVERY AND RESILIENCE PLAN.

References

- Boudia, L., Rafatullah, M., Kerrouche, A., Qutob, M., & Alosaimi, A. M. (2022). A review on cadmium and lead contamination: Sources, fate, mechanism, health effects and remediation methods. *Water*, 14(21), 3432 <https://doi.org/10.3390/w14213432>
- Bychinsky, V., Charykova, M., & Omara, R. (2021). Geochemical modelling of soils and technogenic sediments interactions with natural waters using SELECTOR software (Chaabet-el-Hamra mine, Algeria). *Geochemistry*, 81(4), 125799. DOI: 10.1016/j.chemer.2021.125799
- DZZD “Sustainability Kostinbrod 21”. (2020). Environmental assessment report of Kostinbrod Municipality Master Plan (p. 45). [In Bulgarian].
- European Environment Agency (EEA). (2001). Joint EMEP/CORINAIR atmospheric emission inventory guidebook (3rd ed., B710: Road Transport). Copenhagen: EEA
- Guo, X., Li, S., Zhang, Y., Wu, B., & Guo, W. (2022). Applications of dynamic simulation for source analysis of soil pollutants based on atmospheric diffusion and deposition model. *Science of The Total Environment*, 839, 156057. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.156057
- Kjuchukova, M. (Ed.). (1982). Climatic guide of People's Republic of Bulgaria: Volume 4: Wind. Sofia: Science and Art Publishing House. [In Bulgarian].
- Kumar, A., Kumar, A., Cabral-Pinto, M. M. S., Chaturvedi, A. K., Shabnam, A. A., Subrahmanyam, G., Mondal, R., Gupta, D. K., Malyan, S. K., Kumar, S. S., Khan, S. A., & Yadav, K. K. (2020). Lead toxicity: Health hazards, influence on food chain, and sustainable remediation approaches. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 2179. DOI: 10.3390/ijerph17072179
- Li, Z., Lu, W., & Huang, J. (2020). Monitoring, diffusion and source speculation model of urban soil pollution. *Processes*, 8, 1339. <https://doi.org/10.3390/pr8111339>
- Liu, H. L., Zhou, J., Li, M., Hu, Y., Liu, X., & Zhou, J. (2019). Study of the bioavailability of heavy metals from atmospheric deposition on the soil-pakchoi (*Brassica chinensis* L.) system. *Journal of Hazardous Materials*, 362, 9–16. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2018.09.032
- Lofts, S. (2021). POSSMs: A parsimonious speciation model for metals in soils. *Environmental Chemistry*, 18(8), 335–351. <https://doi.org/10.1071/EN21100>
- Wieczorek, J., Baran, A., Urbański, K., Mazurek, R., & Klimowicz-Pawlas, A. (2018). Assessment of the pollution and ecological risk of lead and cadmium in soils. *Environmental Geochemical Health*, 40, 2325–23DOI: 10.1007/s10653-018-0100-5

DETERMINATION OF IRRIGATION RATE FOR SESAME (*Sesamum indicum* L.) RELATED TO CLIMATE CHANGES

St. Stamatov^{1*}, I. Stamatov², M. Petrova¹

¹*Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo,*

²*Institute of Tobacco and Tobacco Products – Markovo*

**e-mail: stanislav44@abv.bg*

Abstract

A study was conducted to determine the influence on the main elements of the yield when growing sesame as a non-irrigated and irrigated crop. The change in the irrigation norms on sesame yield was carried out under the conditions of the town of Haskovo, southern Bulgaria. Irrigation in sesame was found to have a beneficial effect on the increase in yield, so increasing the irrigation rate by 70 l/m² led to an increase in seeds per plant by 9.3% to 15.8%. The number of capsules of the branches is a major component of the mass of seed per plant. This indicator increases linearly with an increase in the irrigation rate. The independent influence of annual conditions and the irrigation rate are factors with a significant impact on the elements of productivity in sesame. The independent influence of annual conditions and the irrigation rate are factors with a significant impact on the elements of productivity in sesame. The combined influence of the two factors does not show a statistically significant influence.

Key words: sesame, yield, irrigation rate, regression models, climate change.

Introduction

The scarcity of water resources and the spontaneous nature of rainfall are among the main challenges in the world and are considered limiting factors for economic development, especially for agriculture (Hamrouni et al., 2001; Anjum et al., 2012). Demand for water resources is increasing over time for both agricultural and non-agricultural purposes. Wood et al. (2000) mentioned that about 95% of the world's agricultural land and 83% of the world's cultivated land depend on rainfall as the sole source of water. As a major abiotic factor, drought stress significantly affects crop growth and development (Gheisari Zardak et al., 2017; 2018).

Sesame seeds have a long history of use as an oilseed crop as well as for other food products. Approximately 70% of world seed production is processed into oil (Morris, 2002; Mushtaq et al., 2020). Sesame oil is characterized by extremely high quality and it is not by chance that it is called the queen of oils. Growing drought-tolerant crops and using irrigation water efficiently is a useful strategy in many agricultural production situations (English et al., 1990). Sesame is a crop that possesses a number of drought tolerance characteristics and is more suitable for cultivation in semi-arid regions compared to other agricultural crops (Desphande et al., 1996; Eskandari et al., 2009). In the case of sesame, the period of pouring of the grain is of great importance in determining the productivity. Although this period is affected by genotype, drought can cause significant yield loss (Frederick et al., 1991). The effects of drought stress depend on the timing, duration and magnitude of water deficit (Blum, 1988). Sesame is one of crops commonly grown as a non-irrigated crop (Jefferson 2003; Pandey et al., 2021), but different sesame genotypes respond differently to drought stress (Gholamhoseini, 2020). Good sesame yields can be expected when rainfall of 300-600 mm is optimally distributed throughout the growing season (Naturland, 2002; Hansen, 2011). Many reports indicate that crop development is

affected by the increasing level of drought (Bahrami et al., 2012, Bor et al., 2009, Hassanzadeh et al., 2009 Orruno & Morgan, 2007; Turk et al., 2004). Different irrigation intervals cause growth retardation and seed yield reduction caused by an adverse effect on photosynthesis (Alpalsan et al., 2001; Mensah et al., 2006). Understanding the plant response to drought is of great importance for the production of stress resistant crops (Reddy et al., 2004). Blum (1988) reported yield reduction as drought sensitivity.

The aim of the present study was to determine the change in the main elements of sesame yield when growing it as a non-irrigated and irrigated crop with different irrigation rates in the conditions of southern Bulgaria.

Materials and Methods

Experiment design

The experiment was conducted in the period 2021-2023 with the Aida variety in the region of town Haskovo. Plants in each variant were sown in experimental plots of 28 m² in size. Each variant of the trial was harvested in four replicates and in this manner, 112 m² of the trial area were harvested for each variant. The control variant was grown without irrigation. The irrigation rates for the individual variants were in accordance with Pandey et al., (2021) and implemented with irrigation during the active vegetation of sesame in the period 15.06-15.08. Each watering was carried out with 70 l/m². In the first variant, the irrigation norm was achieved with one irrigation, and in the second with two. Data were collected from the weather station in the area on average daily temperatures and precipitation for the months of May-September, which are elements of the climate characteristic in the conditions in which the sesame vegetation occurs.

Data collection

From each variant, 10 plants were harvested and biometric measurements were carried out on them to establish plant height, number of branches, number of boxes on the central stem and branches and seed mass per plant.

Statistical analyses

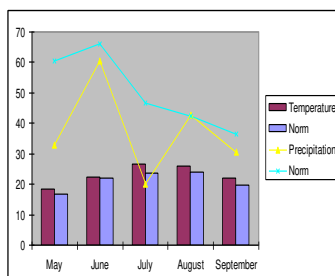
Two-factor analysis of variance was used to establish the reliability of differences between individual survey items. Modeling of the obtained phenomena was carried out using regression models.



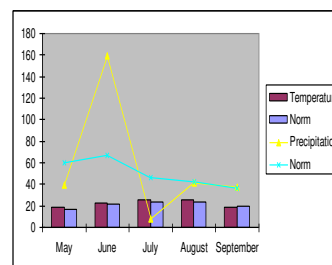
Result and discussion

The results in Figure 1 show two of the characteristics of the climatic setting in which the experiment was performed. It is evident from it that the sesame vegetation takes place with an increase in the average daily temperature compared to the norm for a period of

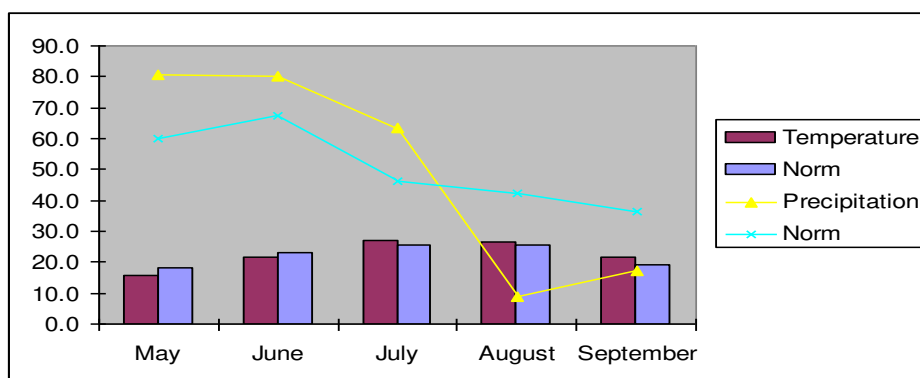
127 years by 0.5°C to 1.7°C in individual months. As a result, the temperature sum increased from 3201.17°C to 3484.2°C over the period of the experiment. In addition, the threshold stress level of 27°C has been exceeded many times. The rainfall situation also shows a significant change compared to the norm for the region. It is clear from the graph that there are periods of drought followed by large amounts of rain.



Daily average temperature and precipitation 2021



Daily average temperature and precipitation 2022



Daily average temperature and precipitation 2023

Figure 1. Characteristics of temperature and precipitation for the period of the experiment

The elements determining the yield - plant height, number of branches and number of capsules along the central stem and branches increase with increasing irrigation rate. This corresponds with the research of Ainer & Metwally (1987), El-Serogy et al. (1998), Attia et al. (1999), Ghallab et al. (2001) and El-Naim & Ahmed (2010). Differences are significant and statistically assured at 0.05 significance levels (Table 1).

Table 1. Elements of yield

Irrigation rate L/m ²	Height of central stem cm	Number of branches	Number of capsules on the central stem	Number of capsules on the branches
140	156.5	5.5	63.1	130.9
70	149.7*	4.7*	59.9*	113.9*
0	136.4*	3.5*	51.8*	85.7*

LSD 0.05%

The number of boxes per branches forms the largest share of the mass of seeds in a plant (Table 2).

Table 2. Tests of Between-Subjects Effects, dependent variable: Mass of seeds per plant

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4491.499	4	1122.875	866.880	0.000
Intercept	1.734	1	1.734	1.339	0.250
Height of central stem	3.930	1	3.930	3.034	0.085
Number of branches	0.695	1	0.695	0.536	0.466
Number of capsules on the central stem*	96.989	1	96.989	74.878	0.000
Number of capsules on the branches*	600.818	1	600.818	463.843	0.000
Error	110.101	85	1.295		
Total	82394.000	90			
Corrected Total	4601.600	89			

Table 3 shows the seed mass per plant depending on the irrigation rates during the test period. It is evident from the data that each 70 L/m² increases the seed mass per plant from 9.3 to 15.8 % in the individual years of the trial, our results correspond with those of Tantawy et al. (2007), Uçan et al. (2007) and Sarhadi & Sharif (2014). The highest seed mass in all variants was obtained in 2023, with the variant irrigated with 140 L/m² having a significantly higher mass than the others. Precipitation in the spring of 2023 and early summer is significantly above normal, and temperatures are below normal. In the summer, and more precisely in the month of August, a sharp increase in temperatures is observed, they exceed the norm for the period by 2.1°C, and precipitation is approximately 32 L/m² less than the norm. Warming and drying continue in the month of September until the end of the growing season of the crop, figure 1. Irrigation, even with reduced irrigation rates during the period of permanent drought, leads to a significant increase in yields (Molden (1997); Oweis at all. (2000); Geerts & Raes (2009); Pourghasemian et al. (2020).

Table 3. Mass of seeds per plant, depending on the irrigation rate during the period 2021 - 2023

Irrigation rate L/m ²	Mass of seeds per plant, g		
	2021	2022	2023
140	31.3	32.1	39.4
70	26.2*	29.1*	35.1*
0	19.8*	22.9*	29.4*

LSD 0.05%

The influence of the tested factors on the yield of seeds from a plant is shown in table 4. it shows that the irrigation rate and the conditions of the year are decisive for the change of this indicator. The combined influence of both factors is insignificant.

Table 4. Tests of Between-Subjects Effects, dependent variable: Mass of seeds per plant

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2747.800	8	343.475	15.008	0.000
Intercept	77792.400	1	77792.400	3399.064	0.000
Year*	1069.800	2	534.900	23.372	0.000
Irrigation rate*	1625.867	2	812.933	35.520	0.000
Year* Irrigation rate	52.133	4	13.033	0.569	0.686
Error	1853.800	81	22.886		
Total	82394.000	90			
Corrected Total	4601.600	89			

Conclusion

Irrigation in sesame has a beneficial effect on the increase in yield, so increasing the irrigation rate by 70 L/m² leads to an increase in seeds per plant by 9.3 to 15.8%. The number of capsules on the branches is a major component of the seed mass of a plant, and this indicator increases linearly with an increase in the irrigation rate. In this way, the mass of seeds in a plant also increases. The independent influence of the annual conditions and the irrigation rate are factors with a significant impact on the elements of productivity in sesame. The combined influence of the two factors does not show a statistically significant influence.

References

- Ainer, N. G. & Metwally, M. A. (1987). Effect of antitranspirants on seed yield and water relations of sesame crop. *Ann. of Agric. Sci., Moshtohor*, 25(1), 79-85.
- Alpalsan, M., Boydak, E., Hayta, M., Gercek, S. & Simsek, M. (2001). Effect of row space and irrigation on seed composition of Turkish sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(9), 933-935.
- Anjum, S. A., Saleem, M. F., Cheema, M. A., Bilal, M. F. & Khaliq, T. (2012). An assesment to vulnerability, extent, characteristics and severity of drought hazard in Pakistan. *Pakistan J. Science*, 64(2), 138-143.
- Attia, M. M., Osman, A. M., Sayed, M. A & El-Kafoury, A.A. (1999). Effect of irrigation intervals and row width on yield, water use efficiency and some economic studies on sesame in calcareous soil. In: *Third conference of on-farm irrigation and agroclimatology*, 1(2), 525-533.
- Bahrami, H., Razmjoo, J. & Ostadi, J. A. (2012). Effect of drought stress on germination and seedling growth of sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of AgriScience*, 2(5), 423-428.
- Blum, A. (1988). *Plant breeding for stress environments*. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA, 233.
- Bor, M., Seckin, B., Ozgur, R., Yilmaz, O., Ozdemir, F. & Turkan, I. (2009). Comparative effects of drought, salt, heavy metal and heat stresses on gamma-aminobutyric acid levels of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Acta Physiologia Plantarum*, 31(3), 655-659.
- Desphande, S. S., Deckhands, U. S. & Salunkhe, D. K. (1996). Sesame oil. In: Hui, Y.H. (ed.). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Interscience Publishers, New York, 457-497.
- El-Naim, M. A. & Ahmed, M. F. (2010). Effect of irrigation on consumptive use, water use efficiency and crop coefficient of sesame *J. Agric.Extension and Rural Dev.*, 2(4), 59-63.
- El-Serogy, S. T. M. A. (1988). *Agricultural studies on growth yield and yield components of sesame*. Ph.D. Thesis, Agron. Fac. Agric., Minia Univ., Egypt.

- English, M. J., Musick, J. T. & Murty, V. V. N. (1990). Deficit irrigation. In: Management of Farm Irrigation Systems. ASAE Monograph, G. J. Hoffman, T. A. Howell, & K. H. Solomon, Eds. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, USA, 9, 631–663.
- Eskandari, H., Zehtab-Salmasi, S., Golezani, K. G. & Gharineh, M. H. (2009). Effects of water limitation on grain and oil yields of sesame cultivars. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(2), 339-342.
- Frederick, J. J. R., Woolly, T., Hesketh, J. D. & Peters, D. B. (1991). Seed yield and agronomic traits of old and modern soybean cultivars under irrigation and soil water deficit. *Field Crops Research*, 27(1-2), 71–82.
- Geerts S. & Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural water management*, 96(9), 1275–1284.
- Ghallab, K. H., Yousef, K. M. R. & Megawer, E.A. (2001). Yield and water relations of some promising sesam lines grown in new reclaimed soils. *Ann. Agric. Sci., Moshtohor*, 39(4), 1977-1992.
- Gheisari Zardak S., Movahhedi Dehnavi A. Salehia & M. Gholamhoseini (2017). Responses of field grown fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) to different mycorrhiza species under varying intensities of drought stress. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*, 5, 16-25.
- Gheisari Zardak S., M. Movahhedi Dehnavi, A. Salehia, & M. Gholamhoseini M. (2020). Evaluation of sesame genotypes for agronomic traits and stress indices grown under different irrigation treatments. *Agron. J.*, 112, 1794-1804.
- Hamrouni I., H.B. Salah, & B. Marzouk (2001). Effects of water-deficit on lipids of sunflower aerial parts. *Phytochemistry*. 58, 227-280.
- Hansen, R. (2011). Sesame Profile. 19/08/11.
- Hassanzadeh M., A. Asghari, Sh. Jamaati-e-Somarin, M. Saeidi, R. Zabihi-e-Mahmoodabad, & S. Hokmalipour (2009). Effects of water deficit on drought tolerance indices of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes in Moghan Region. *Research J. Environmental Sciences*. 3, 116-121.
- Jefferson, T. (2003). Sesame a High Value Oil Seed. Growing Sesame Production Tips, Economics and Mare. Htm, 1-4.
- Mensah, J. K., B.O., Obadoni, P. Eruotor, & F. Onome-Trieguna (2006). Simulated flooding and drought effects on germination, growth and yield parameters of sesame. *African J. Biotechnology* 13, 1249-1253.
- Molden D., (1997). Accounting for Water Use and Productivity, vol. 1, IWMI, Colombo, Sri Lanka,.
- Mushtaq A., Asif Hanif M., Adnan Ayub M., Ahmad Bhatti I. & Idrees Jilani M. (2020). Sesame. *Medicinal Plants of South Asia*. Elsevier, 601-615.
- Naturland. (2002). Organic farming in the Tropics and Subtropics: Sesame. 21/07/11.
- Orruno E., & M.R.A. Morgan (2007). Purification and characterization of the 7S globulin storage protein from sesame (*Sesamum indicum* L.). *Food Chemistry*. 100, 926-934
- Oweis T., H. Zhang & P. Mustafa, (2000). Water use efficiency of rain fed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment. *Agronomy Journal*, 92(2), 231–238.
- Pandey B.B., Ratnakumar P., Usha Kiran B., Dudhe M.Y., Lakshmi G.S., Ramesh K. & Guhey A. (2021). Identifying traits associated with terminal drought tolerance in sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. *Frontiers in Plant Science* 12, 739896.
- Pourghasemian N., Moradi M., Naghizadeh M. & Landberg T. (2020). Mitigating drought stress in sesame by foliar application of salicylic acid, beeswax waste and licorice extract. *Agricultural Water Management* 231, 105997.
- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V. & Vivekananda, M. (2004). Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Plant Physiol. J.*, 161, 1189-1202.

- Sarhadi J. & M. Sharif, (2014). The effect of deficit irrigation on sesam growth, yield and yield components in drought conditions on base of sustainable agriculture. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3, (10), 1061–1064.
- Tantawy, M. M., S. A. Oudu, & F.A. Khalil (2007). Irrigation optimization for different Sesame varieties grown under water stress condition. *Journal of Applied cience Research*,3(1), 7–12.
- Turk M. A., A. Rahmsn, M. Tawaha, & K.D. Lee (2004). Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. *Asian J. Plant Sciences*. 3, 394-397.
- Uçan K, Killi F, Gençoglan C, & Merdun H (2007). Effect of irrigation frequency and amount on water use efficiency and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under field conditions. *Field Crops Res.*101, 249-258.
- Wood, S., Sebastian, K.&Scherr, S. J. (2000). Pilot analysis of global ecosystems: agro ecosystems. Washington, DC; International Food Policy Institute.

ВЛИЯНИЕ НА НОРМИТЕ НА ТОРЕНЕ И ВРЕМЕТО НА ВНАСЯНЕ НА КАЛИЕВ НИТРАТ ВЪРХУ ДИНАМИКАТА НА РАСТЕЖ И ЛИСТООБРАЗУВАНЕ ПРИ ОРИЕНТАЛСКИЯ ТЮТЮН

Ивко Стаматов^{1*}, Станислав Стаматов²

¹ *Институт по тютюна и тютюневите изделия – Пловдив,
Селскостопанска академия*

² *Институт по растителни генетични ресурси – Садово,
Селскостопанска академия*

**e-mail: ivkok@abv.bg*

Резюме

Агротехническата схема на отглеждане оказва силно влияние върху развитието на ориенталския тютюн през цялата вегетация.

Целта на изследването е да се установи влиянието на нормите на торене и времето на внасяне на калиев нитрат чрез проследяване и анализиране на процесите на растеж и развитие при ориенталския тютюн.

Калиевият нитрат е водоразтворим тор, който съдържа 13% нитратен азот и 46% калиев оксид. Не съдържа хлор, което го прави подходящ за употреба при тютюна.

Проведен е агротехнически опит формиран от девет варианта като комбинации на три норми на торене и три периода на внасяне на калиев нитрат при ориенталски тютюн.

Влиянието на изследваните фактори върху височината на растенията е силно. Диференциацията по варианти се проявява още в началото на интензивния растеж на тютюна. Към края на вегетацията разликите във височината и броя формираните технически годни листа при вариантите торени с едно и също количество калиев нитрат разпределен еднократно, двукратно и трикратно са малки. По-големи разлики се забелязват при промяна на торовата норма.

Височините и броят листа на растение намаляват линейно до 70-тия ден при внасяне на торовата норма двукратно и трикратно. Повишаването на торовата норма увеличава височината и броя на листата през цялата вегетация.

Дължината и ширината на листата зависят от беритбения пояс и приложеното торене. Разликите в размерите на листата във всички измерени позиции се дължат в по-голяма степен на торовите норми отколкото на начина на внасяне.

Ключови думи: тютюн, торене, елементи на добива, калиев нитрат.

INFLUENCE OF FERTILIZER RATE AND TIMING OF POTASSIUM NITRATE APPLICATION ON GROWTH AND LEAF FORMATION DYNAMICS IN ORIENTAL TOBACCO

Ivko Stamatov^{1*}, Stanislav Stamatov²

¹ *Tobacco and tobacco products institute – Plovdiv, Agricultural academy*

² *Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo, Agricultural Academy*

**e-mail: ivkok@abv.bg*

Abstract

The agrotechnical cultivation scheme has a strong influence on the development of oriental tobacco throughout the growing season.

The aim of the study is to determine the influence of fertilization rates and the timing of potassium nitrate application by monitoring and analyzing the growth and development processes of oriental tobacco.

Potassium nitrate is a water-soluble fertilizer that contains 13% nitrate nitrogen and 46% potassium oxide. It does not contain chlorine, which makes it suitable for use with tobacco. An agrotechnical experiment formed by nine variants was conducted as combinations of three rates of fertilization and three periods of potassium nitrate introduction for oriental tobacco.

The influence of the studied factors on plant height is strong. The differentiation according to variants is manifested already at the beginning of the intensive growth of tobacco. Towards the end of the growing season, the differences in the height and the number of formed technically suitable leaves in the versions fertilized with the same amount of potassium nitrate distributed once, twice and three times are small. Greater differences are noticed when the fertilizer rate is changed.

The heights and the number of leaves per plant decrease linearly until the 70th day when the fertilizer rate is applied twice and three times. Increasing the fertilizer rate increases the height and number of leaves throughout the growing season.

The length and width of the leaves depend on the harvesting zone and the fertilization applied. The differences in the sizes of the leaves in all the measured positions are due to a greater degree to the fertilizer rates than to the method of application.

Key words: tobacco, fertilization, yield elements, potassium nitrate.

Въведение

Агротехническата схема на отглеждане оказва силно влияние върху развитието на ориенталския тютюн през цялата вегетация. Ориенталският тютюн се отглежда върху слабопродуктивни почви и минералното торене е едно от основните средства за повишаване на неговата продуктивност и запазване на почвеното плодородие. Прилагането му, като основен регулируем фактор, е тясно свързано с разработването на научна основа за неговото управление (Yancheva, 2005). Оптималното, научно обосновано торене, осигурява максимални биологични добиви, гарантиращи рентабилност на едно производство. То е важно агротехническо мероприятие, водещо до получаването на добри производствени успехи в тютюнопроизводството. Торенето трябва да бъде съобразено с почвените разновидности и условията на районите, както и с изискванията на различните типове и сортове тютюни (Atanasov & Nestorov, 1981; Slavova, 2010).

Калиевият нитрат е водоразтворим тор, който съдържа 13% нитратен азот и 46% калиев оксид. Не съдържа хлор, което го прави подходящ за употреба при тютюна.

Азотът е най-важният елемент, влияещ върху растежа и развитието на растението и качеството на тютюневите листа. Азотното хранене ускорява растежа на тютюна. Обратно, при недостиг на азот растежът на тютюна се забавя, междувъзлията се скъсяват и цветните пъпки се появяват по-късно (Dimitrov, 1964; Vartanian, 1967). Според Stoilova & Yancheva (2008) в сортове ориенталски тютюн Крумовград, отгледани при еднакви агро-екологични условия от неметалите най-динамично и в най-големи количества се усвоява азотът.

Калият е елемент, безусловно необходим за нормалния растеж и развитие на растенията. Преобладаващо е мнението, че употребата на калиеви торове не влияе съществено върху размера на добива при тютюна, докато качествените характеристики на тютюневите листа се подобряват при благоприятно калиево хранене (Voldarsky, 1971; Donev et al, 1971). Според Bozhinova (2014) ефектът от торенето с калий върху височината на стъблата към края на вегетацията, броя на листата и техните размери при тютюн Бърлей е незначителен.

Stamatov & Yancheva (2013, 2014) съобщават, че повишените норми на минерално торене с NPK увеличават височината на растението, броя и плътността на листата при сорт Крумовград 944. Stamatov (2017) установява, че всички изследвани биометрични показатели на ориенталския сорт тютюн Крумовград 78 С са във висока зависимост от торовата норма, изразяваща се с регресионни уравнения от първа степен.

Целта на изследването е да се установи влиянието на нормите на торене и времето на внасяне на калиев нитрат чрез проследяване и анализиране на процесите на растеж и развитие при ориенталския тютюн.

Материали и методи

През периода 2023-2024 г. е проведен агротехнически опит с ориенталския сорт тютюн Крумовград 78 С. Опитът е формиран от девет варианта като комбинации на три норми на торене с калиев нитрат 15,3 kg/da (N 2 kg/da, K₂O 7 kg/da), 30,6 kg/da (N 4 kg/da, K₂O 14 kg/da) и 45,9 kg/da (N 6 kg/da, K₂O 21 kg/da), и три периода на внасяне: еднократно – цялото количество преди разсаждане на тютюна; двукратно – 1/2 преди разсаждане и 1/2 20 дни след разсаждане; трикратно – 1/3 преди разсаждане, 1/3 20 дни след разсаждане и 1/3 40 дни след разсаждане.

Опитът е изведен на излужена Канелена горска почва, леко песъкливо-глинеста по механичен състав (физична глина 23,3%), със слабо кисела реакция (pH 6,26) и средно съдържание на хумус (2,37%) и общ азот (0,142 %). По отношение подвижните форми на макроелементите почвата е добре запасена с фосфор (P₂O₅ 14,40 mg/100 g) и средно запасена с калий (K₂O 15,05 mg/100 g).

Динамиката на растеж и листообразуване е проследена през 30 дни при 20 рандомизирани растения от всеки вариант.

За определяне на размерите на листата в техническа зрялост са измерени по 20 листа от всеки вариант от четири стъблени позиции (7, 14, 21 и 28-ми лист).

Извършена е математическа обработка на данните, като за целта са използвани дисперсионен, корелационен и регресионен анализ.

Резултати и обсъждане

Влиянието нормата на торене с калиев нитрат и периода на внасянето му върху височината на растенията е силно (Таблица 1). Диференциацията по варианти се проявява още в началото на интензивния растеж на тютюна.

Растенията от вариант 3 отгледани при най-голямата норма на торене внесена еднократно преди разсаждане по-бързо преодоляват фаза розетка и на 40-тия ден след разсаждане достигат най-голяма височина и най-голям брой формирани листа. Разликите спрямо него и останалите варианти са математически доказани.

Таблица 1. Динамика на растеж и листообразуване

Table 1. Dynamics of growth and leaf-formation

N	Калиев нитрат / Potassium nitrate		Динамика на растеж и листообразуване / Dynamics of growth and leaf-formation					
	Разпределение / Distribution	kg/da	40 дни / 40 days		70 дни / 70 days		100 дни / 100 days	
			Височина Height, cm	Брой листа Number of leaves	Височина Height, cm	Брой листа Number of leaves	Височина Height, cm	Брой листа Number of leaves
1	еднократно / once	15,3	46,5***	12,9***	132,1***	32,6***	140,9***	39,6***
2	еднократно / once	30,6	53,5***	14,2***	134,3**	33,1***	147,6***	40,5***
3	еднократно / once	45,9	60,3	15,9	139,2	35,4	154,5	42,2
4	двукратно / twice	15,3	44,6***	12,6***	119,1***	30,5***	143,3***	40,2***
5	двукратно / twice	30,6	48,0***	13,3***	120,7***	31,2***	146,1***	40,8***
6	двукратно / twice	45,9	54,6***	14,4***	123,8***	33,0***	152,6	41,9
7	трикратно / threefold	15,3	34,8***	10,7***	109,1***	27,3***	139,9***	39,6***
8	трикратно / threefold	30,6	46,1***	12,6***	122,5***	32,1***	154,1	42,1
9	трикратно / threefold	45,9	49,1***	13,9***	129,0***	33,6***	155,6	42,4

* LSD 0.5; ** LSD 0.1; *** LSD 0.01

Най-слаб начален прираст и най-малко формирани листа имат вариантите, при които нормата на торене е разпределена на три внасяния. Това се обяснява с факта, че достигането на пълния обем на торене при тях съвпада с 40-тия ден. Изоставането във височината на растенията от вариант 7 на 40-тия ден, при който най-ниската торова норма с калиев нитрат е разпределена на три внасяния не се преодолява до края на вегетацията. Получените разлики във височините и броя на листата на 40-тия и на 70-тия ден се дължат в по-голяма степен на начина на внасяне на калиевия нитрат, отколкото на торовата норма. Сумата от квадратите при начина на внасяне е с по-висока стойност от тази на торовата норма (Таблица 2). Към края на вегетацията разликите във височината и броя на формираните технически годни листа при вариантите торени с едно и също количество калиев нитрат разпределен еднократно, двукратно и трикратно са малки (Таблица 1). По-големи разлики се забелязват при промяна на торовата норма. На 100-ния ден след разсаждането разликите при тези показатели се дължат в по-голяма степен на торовите норми отколкото в начина на внасяне (Таблица 2).

Таблица 2. Влияние на начина на внасяне и торовата норма

Table 2. Influence of the application method and fertilizer rate

	Височина / Height			Брой листа / Number of leaves		
	40 дни / 40 days	70 дни / 70 days	100 дни / 100 days	40 дни / 40 days	70 дни / 70 days	100 дни / 100 days
	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares
Разпределение / Distribution	16596,156	26610,650	11953,622	664,050	1669,450	422,089
Торова норма / Fertilizer rate	11203,175	22600,725	18500,600	435,550	1452,050	722,575

Растения с най-голяма височина – 155,6 cm и най-голям брой листа – 42,4 са отчетени при вариант 9. Разликите по тези показатели и варианти 3 и 6 торени със същата торова норма разпределена еднократно и двукратно са незначителни и математически недоказани. Статистически значими разлики съществуват между вариант 9 и вариантите с еднократно и двукратно внасяне на ниската и средната торова норма, както и с вариант 7 с трикратно внасяне на ниската торова норма.

Корелационните зависимости между периода на торене, торовата норма на калиев нитрат и някои от елементите на добива са представени в Таблица 3.

Таблица 3. Коефициенти на корелация
Table 3. Coefficients of correlation

	Разпределение Distribution	Торова норма Fertilizer norm	Височина 40 ден / Height 40 days	Брой листа 40 ден / Number of leaves 40 days	Височина 70 ден / Height 70 days	Брой листа 70 ден / Number of leaves 70 days	Височина 100 ден / Height 100 days	Брой листа 100 ден / Number of leaves 100 days
Разпределение / Distribution	1	0,0	-0,608	-0,575	-0,712*	-0,513	0,156	0,229
Торова норма / Fertilizer norm		1	0,764*	0,793*	0,502	0,734*	0,911**	0,905**
Височина 40 ден / Height 40 days			1	0,989	0,844**	0,927**	0,672*	0,621
Брой листа 40 ден / Number of leaves 40 days				1	0,850**	0,933**	0,685	0,641
Височина 70 ден / Height 70 days					1	0,927**	0,473	0,386
Брой листа 70 ден / Number of leaves 70 days						1	0,727*	0,670*
Височина 100 ден / Height 100 days							1	0,989**
Брой листа 100 ден / Number of leaves 40 days								1

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). *Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Височините и броят листа на растение намаляват линейно до 70-тия ден при внасяне на торовата норма двукратно и трикратно. Повишаването на торовата норма увеличава височината и броя на листата през цялата вегетация. Корелационните коефициенти за силно положителното влияние на торовата норма върху тези биометрични показатели на 100-тния ден след разсаждане са доказани при степен на свобода 0,01.

Регресионно уравнение от първа степен описва зависимостта между височината на тютюна от сорт Крумовград 78С при последното отчитане (Y) и нормата на торене с калиев нитрат (x): $Y = 135,422 + 0,420x$; $R = 0,911$. Зависимостта между броя листа на растение при последното отчитане (Y) и торовата норма (x) се изразява с уравнението: $Y = 38,667 + 0,077x$; $R = 0,905$.

Размерите на листата при сорт Крумовград 78С зависят от беритбения пояс и приложеното торене (Таблица 4). Нарастването на торовите норми води до увеличаване на средните размери на листата при всички стъблени позиции.

При четирите измервания листа с най-малки размери са получени при вариант 7, а най-едри са листата от вариант 9. Разликите в средните размери на листата от всички стъблени позиции между вариант 9 и вариантите торени с по-ниските торови норми независимо от начина на внасяне (варианти 1, 2, 4, 5, 7 и 8) са математически доказани. Незначителни и статистически недоказани са разликите в средните размери на листата между вариант 9 и останалите два варианта (3 и 6) торени със същото количество калиев нитрат разпределен еднократно и двукратно.

Таблица 4. Размери на листата
Table 4. Proportion of leaf

№	Калиев нитрат / Potassium nitrate		Размери на листата / Proportion of leaf									
			7-ми лист / 7 th leaf, cm		14-ти лист / 14 th leaf, cm		21-ви лист / 21 st leaf, cm		28-ми лист / 28 th leaf, cm		Средно / Average, cm	
	Разпределение / Distribution	kg/da	Дължина / Length	Ширина / Width	Дължина / Length	Ширина / Width	Дължина / Length	Ширина / Width	Дължина / Length	Ширина / Width	Дължина / Length	Ширина / Width
1	еднократно / once	15,3	25,1***	15,9***	29,7***	19,9**	22,9**	15,2*	21,2**	14,2*	25,1***	15,9***
2	еднократно / once	30,6	25,5***	16,0***	30,4*	20,4	23,5*	15,6	21,4*	14,3	25,5**	16,0**
3	еднократно / once	45,9	26,2	16,5*	31,6	20,7	24,6	16,0	21,7	14,6	26,2	16,5
4	двукратно / twice	15,3	24,8***	15,6***	27,3***	18,1***	23,7	15,4	21,3**	14,2*	24,8***	15,6***
5	двукратно / twice	30,6	25,5***	16,2***	29,6***	20,2	24,0	15,5	21,6*	14,3	25,5**	16,2**
6	двукратно / twice	45,9	25,8**	16,4***	31,1	21,3	24,4	15,7	21,7	14,5	25,8	16,4
7	трикратно / threefold	15,3	24,0***	14,8***	27,0***	17,8***	22,6***	14,9**	20,7***	13,6***	24,0***	14,8***
8	трикратно / threefold	30,6	25,7**	16,1***	28,9***	19,5***	23,9	15,5	21,7	14,4	25,7**	16,1***
9	трикратно / threefold	45,9	26,8	17,1	31,7	21,1	24,9	16,2	22,8	15,0	26,8	17,1

LSD 0,5; **LSD 0,1; ***LSD 0,01

Потвърждение на по-горе коментираните резултати намираме и в Таблица 5. Разликите в размерите на листата във всички измерени позиции се дължат в по-голяма степен на торовите норми отколкото на начина на внасяне.

Таблица 5. Влияние на начина на внасяне и торовата норма върху размера на листата

Table 5. Influence of the application method and fertilizer rate on leaf size

	7-ми лист / 7 th leaf		14-ти лист / 14 th leaf		21-ви лист / 21 st leaf		28-ми лист / 28 th leaf	
	Дължина / Length	Ширина / Width	Дължина / Length	Ширина / Width	Дължина / Length	Ширина / Width	Дължина / Length	Ширина / Width
	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares
Разпределение / Distribution	213,176	126,157	957,485	493,655	182,843	49,240	102,993	43,828
Торова норма / Fertilizer rate	912,405	320,838	2229,153	1418,761	2740,759	1359,681	2264,999	901,692

Таблица 6. Коефициенти на корелация

Table 6. Coefficients of correlation

	Разпределение / Distribution	Торова норма / Fertilizer norm	Дължина 7 лист / Length 7 th leaf	Ширина 7 лист / Width 7 th leaf	Дължина 14 лист / Length 14 th leaf	Ширина 14 лист / Width 14 th leaf	Дължина 21 лист / Length 21 st leaf	Ширина 21 лист / Width 21 st leaf	Дължина 28 лист / Length 28 th leaf	Ширина 28 лист / Width 28 th leaf	Средно дължина / Average Length	Средно ширина / Average Width
Разпределение / Distribution	1	0,00	-0.05	-0.09	-0.34	-0.30	0.08	-0.07	0.23	-0.04	-0.11	-0.21
Торова норма / Fertilizer norm		1	0.88**	0.84**	0.87**	0.85**	0.89**	0.89**	0.77*	0.81**	0.93**	0.90**
Дължина 7 лист / Length 7 th leaf			1	0.99**	0.89**	0.86**	0.90**	0.96**	0.93**	0.98**	0.98**	0.96**
Ширина 7 лист / Width 7 th leaf				1	0.89**	0.88**	0.89**	0.93**	0.93**	0.98**	0.98**	0.97**
Дължина 14 лист / Length 14 th leaf					1	0.97**	0.74*	0.85**	0.73*	0.83**	0.94**	0.97**
Ширина 14 лист / Width 14 th leaf						1	0.72*	0.78*	0.71*	0.80**	0.92**	0.96**
Дължина 21 лист / Length 21 st leaf							1	0.95**	0.88**	0.91**	0.91**	0.86**
Ширина 21 лист / Width 21 st leaf								1	0.90**	0.95**	0.96**	0.91**
Дължина 28 лист / Length 28 th leaf									1	0.95**	0.89**	0.85**
Ширина 28 лист / Width 28 th leaf										1	0.95**	0.93**
Средно дължина / Average Length											1	0.99**
Средно ширина / Average Width												1

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). *Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Корелационните коефициенти за положителното влияние на торовата норма върху дължината и ширината на тютюневите листа при всички стъблени позиции са доказани (Таблица 6). Начина на внасяне на калиевия нитрат влияе разнопосочно върху размерите на листата. Дължината и ширината при 7-ми и 14-ти лист намалява при внасянето на торовата норма на части. Разпределянето на калиевия нитрат на два и три пъти увеличава дължината и намаля ширината на листата от горните беритбени пояси. Корелационните коефициенти обаче не са статистически доказани.

На базата на корелационните зависимости, по метода на стъпковата регресия е изведен модел на торене с калиев нитрат при сорт Крумовград 78С.

$$(1) Y_{\text{средна дължина на лист}} = 23,256 + 0,062x_{\text{торова норма}}; R = 0,927$$

$$(2) Y_{\text{средна ширина на лист}} = 15,167 + 0,042x_{\text{торова норма}}; R = 0,901$$

Двете уравнения ни показват как се променят средната дължина и ширина на тютюневия лист спрямо прилаганата норма на торене с калиев нитрат.

Заклучение

Получените разлики във височините и броя на листата на 40-тия ден се дължат в по-голяма степен на начина на внасяне на калиевия нитрат, отколкото на торовата норма. Към края на вегетацията разликите при тези показатели и разликите в размерите на листата във всички измерени позиции се дължат в по-голяма степен на торовите норми отколкото на начина на внасяне.

Корелационните коефициенти за силно положителното влияние на торовата норма върху елементите на продуктивност са доказани.

Установени са биометрични параметри, характеризиращи основните процеси на растеж и развитие при ориенталският тютюн, повлияни от торенето с калиев нитрат в зависимости, изразени с регресионни уравнения.

Литература

- Atanasov, D., Nestorov, A. (1981). Production and drying of tobacco. HGD, Plovdiv.
- Bozhinova, R. (2014). Effect of potassium fertilization on the quality of Burley tobacco. Anniversary Scientific Conference with Foreign Participation "Science and Education – Traditions and Future" Kardzhali, 479-483, ISSN 1314-3425 (Bg).
- Dimitrov, Tsv. (1964). Effect of mineral and organic fertilizers on tobacco. Zemizdat, Sofia (Bg).
- Donev, N., Vartanyan, A., Perfanov, N. (1971). Proceedings of the Tobacco Institute, Plovdiv (Bg).
- Slavova, Y. (2010). Tobacco production - livelihood, economy, politics. Ikonomika, 1, 32-34 (Bg).
- Stamatov, I. (2017). Influence of the nutrient and density planting on the dynamics of growth and leaf formation in oriental tobacco variety Krumovgrad 78C. International conference "135 Years Agricultural Science in Sadovo and 40 years Institute of Plant Genetic Resources - Sadovo", Plovdiv, 499-509, ISBN 978-619-90842-0-5 (Bg).
- Stamatov, I., & Yancheva, A. (2013). Influence of Fundamental Agro-Factures on the Dynamics of Growth and Leavegrowth under Oriental Tobacco Variety Krumovgrad 944. Rasteniievadni nauki, 50, 68-71 (Bg).
- Stamatov, I. & Yancheva, A. (2014). Agrotechnical practices for increasing density of leaves of Oriental Tobacco. Yubileyna mezhdunarodna nauchna konferenciya „70 godini Institut po tyutyuna I tyutyunevite izdeliya”, Plovdiv, ISBN 978-954-702-103-7 (Bg)
- Stoilova, A., Yancheva, D. (2008). Content of basic mineral elements in Krumovgrad variety group tobaccos. Union of scientists – Stara Zagora. International Scientific Conference, June 5-6 (Bg).
- Vartanian, A. (1967). Influence of the soil and the nitrogen-phosphorus regime on the yield and quality of tobacco of Ustina origin, Balgarski tyutyun, 3, 20-27 (Bg).
- Voldarsky, N.I. (1971). Physiology of agricultural plants. XI, Izdatelystvo Moskovskogo universiteta (Ru).
- Yancheva, D. (2005). Towards the diagnosis of mineral fertilization of Krumovgrad oriental tobacco. Sb. "Nauchna konferentsia s mezhdunarodno uchastie Stara Zagora 2005", vol. II, part II, 453-458 (Bg).

СТОПАНСКИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ОРИЕНТАЛСКИЯ ТЮТЮН В ЗАВИСИМОСТ ОТ ВРЕМЕТО НА ВНАСЯНЕ И НОРМИТЕ НА ТОРЕНЕ С КАЛИЕВ НИТРАТ

Ивко Стаматов^{1*}, Станислав Стаматов²

¹ *Институт по тютюна и тютюневите изделия – Пловдив,
Селскостопанска академия*

² *Институт по растителни генетични ресурси – Садово,
Селскостопанска академия*

*e-mail: ivkok@abv.bg

Резюме

В комплекса от агротехнически мероприятия торенето на тютюна има определящо значение за получаването на високи и устойчиви добиви.

Калиевият нитрат е подходящ за всички култури и фази на развитие. Нитратната форма на азота е лесно усвояема и подпомага усвояването на други хранителни елементи. Не съдържа хлор и примеси. Подходящ е за употреба при чувствителни на хлор култури.

Обект на изследването са промяната в добива и качеството на листата при ориенталския тютюн в зависимост от времето на внасяне и нормата на торене с калиев нитрат. Проведен е агротехнически опит, формиран от девет варианта като комбинации на три норми на торене и три периода на внасяне на калиев нитрат при ориенталски тютюн.

Повишаването на нормите на торене с калиев нитрат увеличава средния добив от декар независимо от начина на внасяне. Разпределението на торовата норма на няколко внасяния оказва по-слабо влияние върху добива.

Прилагането на по-големи норми на торене увеличава средния добив от декар, но води до влошаване качеството на получената суровина. Разделянето на количеството калиев нитрат на части също се отразява негативно върху качеството на тютюна.

Корелацията между добива сух тютюн и елементите, определящи продуктивността е положителна и силна. От агротехническите прийоми, прилагани за повишаване на добива с най-голямо положително влияние е торовата норма.

Ключови думи: тютюн, торене, добив и качество, калиев нитрат.

ECONOMIC INDICATORS OF ORIENTAL TOBACCO DEPENDING ON THE TIME OF IMPORTATION AND THE RATE OF POTASSIUM NITRATE FERTILIZER

Ivko Stamatov^{1*}, Stanislav Stamatov²

¹ *Tobacco and tobacco products institute – Plovdiv, Agricultural academy*

² *Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo, Agricultural Academy*

**e-mail: ivkok@abv.bg*

Abstract

In the complex of agrotechnical measures, the fertilization of tobacco has a decisive importance for obtaining high and sustainable yields.

Potassium nitrate is suitable for all crops and development phases. The nitrate form of nitrogen is easily digestible and aids in the absorption of other nutrients. It does not contain chlorine and impurities making it suitable for use with chlorine-sensitive crops.

The object of the research is the change in the yield and the quality of the leaves of oriental tobacco depending on the time of introduction and the rate of fertilization with potassium nitrate. An agrotechnical experiment formed by nine variants was conducted as combinations of three rates of fertilization and three periods of potassium nitrate introduction for oriental tobacco.

Increasing the rates of potassium nitrate fertilization increases the average yield per acre regardless of the method of application. The distribution of the fertilizer rate over several applications has a weaker effect on the yield.

The application of greater rates of fertilization increases the average yield per acre, but leads to deterioration in the quality of the raw material obtained. Dividing the amount of potassium nitrate into parts also has a negative effect on the quality of the tobacco.

The correlation between dry tobacco yield and productivity determinants is positive and strong. Of the agrotechnical measures applied to increase yield, the fertilizer rate has the greatest positive impact.

Key words: tobacco, fertilization, yield and quality, potassium nitrate.

Въведение

В комплекса от агротехнически мероприятия торенето на тютюна има определящо значение за получаването на високи и устойчиви добиви. Внасянето в почвата на хранителни за растението елементи е основно агротехническо мероприятие, което влияе върху жизнено важните функции на тютюневото растение за получаване на стабилни добиви и продукция с определено качество (Atanasov, 1962; Yancheva & Nikolova, 2006).

Голямата пластичност на тютюневото растение го прави твърде отзивчиво на торенето. Проучванията на много автори показват, че за условията на страната ни влияние върху добива и качеството на ориенталските сортове тютюн оказва торенето с макроелементите азот, фосфор и калий.

За формирането на общата биомаса на тютюневото растение, при оптимално водоснабдяване, от почвата се изнасят от 7,64 до 17,45 kg/dka азот, от 2,00 до 3,75 kg/dka фосфор и от 12,12 до 21,00 kg/dka калий, в зависимост от приложеното торене (Yancheva, 2004, 2005).

Според Yancheva, et al. (2008), нивата на торене се свързват с конкретните качествени характеристики, което е от особено значение при избора на хранителен

режим на тютюна в зависимост от целите на производството за количеството и качеството на тютюневата суровина.

Висококачествен тютюн се получава, когато снабдяването на растенията с минерални вещества по време на вегетацията е балансирано (Bozhinova & Zapryinova, 2005).

За разлика от повечето земеделски култури, при които величината на оптималната торова норма се определя главно от възможните максимални добиви, при тютюна, чийто краен продукт е димът, нормите на торене се съобразяват на първо място с пушателните му качества, които зависят от една много точно съгласувана комбинация на химични и физични свойства (Yancheva et al., 2008). Всички тези качествени критерии зависят директно или индиректно от храненето (Krancheva & Gradinarski, 2002).

Калиевият нитрат е подходящ за всички култури и фази на развитие. Нитратната форма на азота е лесно усвояема и подпомага усвояването на други хранителни елементи, като калций, магнезий и други. Помага при растежа на корена, подобрява устойчивостта при суша, намалява загубата на вода и опасността от изсъхване. Не съдържа хлор и примеси. Подходящ е за употреба при чувствителни на хлор култури.

Според Yancheva (2009) първостепенното внимание към азотното съдържание в тютюневите листа се обосновава на факта, че недостигът на азот предизвиква най-силно нарушаване на фотосинтезата, в сравнение с другите хранителни вещества. Върху съдържанието на азот в листата от всички беритбени пояси чувствително влияние оказва нивото на азотното торене.

Азотното хранене се свързва предимно с високи добиви и понижени технологични и пушателни качества на тютюна. Степента на варирането на тези признаци зависи от количеството на азота, даден под формата на минерални торове (Danio et al., 2007; Yancheva, 2007, 2008).

Независимо, че не се включва в състава на органичните съединения, а функционира като активатор на много ензими и играе доминираща роля при равновесието на катионите и анионите, калият е елемент, който допринася за формиране качеството на ориенталския тютюн. Известни са над 60 ензимни реакции, които се активират от калиевия йон (Gorbanov et al., 2005).

Въздействието на калиевото торене се изразява главно върху качествата: еластичност, цвят, съдържание на вода и водопогълщателна способност. Mylonas (1984) и Sekin et al. (2002) установяват подобряване на горяемостта на тютюна от произход Самсун, повишаване съдържанието на калий и магнезий в листата с увеличаване дозата на K_2O .

Количествата калий, необходими за повишаване качеството на тютюневите листа обикновено са 2-3 пъти по-високи от тези, които са необходими за получаване на максимален добив. Независимо от високата запасеност на почвата с подвижен калий, концентрацията на елемента в листата е на долната граница или под нея (Donev et al., 1971).

Според Stamatov & Yancheva (2010) добре балансираното минерално торене съчетано с оптимални разстояния на разсаждане е ефективен агротехнически метод за повишаване продуктивните възможности на два сорта ориенталски тютюн от произход Крумовград така, че да се получи качествена суровина и изгодна изкупна цена за произведената продукция.

Изследвайки влиянието на разстоянията на разсаждане и нормите на минерално торене върху добива и качеството при ориенталски сортове тютюн Stamatov (2014, 2017, 2023) стига до извода, че прилагането на по-големи норми на минерално торене с NPK 15-15-15 увеличава средния добив, но води до влошаване качеството на получената суровина.

Целта на изследването е да се установи влиянието на нормите на торене и времето на внасяне на калиев нитрат върху стопанските показатели на суровината при ориенталския тютюн.

Материали и методи

През 2023-2024 г. е заложен и изведен агротехнически опит с ориенталския сорт тютюн Крумовград 78 С. Опитът е формиран от девет варианта като комбинации на три норми на торене и три периода на внасяне на калиев нитрат, както следва:

- вариант 1 – 15,3 kg/da внесени преди разсаждане;
- вариант 2 – 30,6 kg/da внесени преди разсаждане;
- вариант 3 – 45,9 kg/da внесени преди разсаждане;
- вариант 4 – 7,65 kg/da внесени преди разсаждане и 7,65 kg/da внесени 20 дни след разсаждане;
- вариант 5 – 15,3 kg/da внесени преди разсаждане и 15,3 kg/da внесени 20 дни след разсаждане;
- вариант 6 – 22,45 kg/da внесени преди разсаждане и 22,45 kg/da внесени 20 дни след разсаждане;
- вариант 7 – 5,1 kg/da внесени преди разсаждане, 5,1 kg/da внесени 20 дни след разсаждане и 5,1 kg/da внесени 40 дни след разсаждане;
- вариант 8 – 10,2 kg/da внесени преди разсаждане, 10,2 kg/da внесени 20 дни след разсаждане и 10,2 kg/da внесени 40 дни след разсаждане;
- вариант 9 – 15,3 kg/da внесени преди разсаждане, 15,3 kg/da внесени 20 дни след разсаждане и 15,3 kg/da внесени 40 дни след разсаждане.

Площта на разположение на всеки вариант е 66 m², получени от три повторения.

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. За контрола е използван вариант 1.

Извършена е математическа обработка на данните, като за целта са направени следните анализи:

- **корелационен анализ** за установяване влиянието на елементите на продуктивността и торовите норми върху стопанския добив.
- **икономически анализ** – извършена е експертна оценка на сухия тютюн по класи. Изчислен е общия 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.

Резултати и обсъждане

В Таблица 1 са представени данни за стопанските показатели – добив, качество и доход, получени при отделните варианти приравнени на декар при ориенталския сорт тютюн Крумовград 78 С.

Повишаването на нормите на торене с калиев нитрат увеличава средния добив от декар, независимо от начина на внасяне. От вариантите, торени с 15,3 kg/da калиев нитрат е получен среден добив 204,2 kg/da. При вариантите, торени с 30,6 kg/da тореният среден добив е 225,4 kg/da, а при вариантите, торени с 45,9 kg/da тор – 246,2 kg/da.

Таблица 1. Стопански показатели при сорт Крумовград 78 С

Table 1. Economic indicators of the Krumovgrad 78 C variety

№	калиев нитрат potassium nitrate		Добив Yield		Класи % Classes %			Средна цена Average price BGN/kg	Общ доход Total income	
	Разпределение Distribution	kg/da	kg/da	%	I	II	III		BGN/da	% спрямо контролата % relative to the control
1.	еднократно / one time	15,3	207,5	100,0	34,7	60,6	4,7	8,41	1744,84	100,0
2.	еднократно / one time	30,6	225,6	108,7	33,9	61,1	5,0	8,36	1886,56	108,1
3.	еднократно / one time	45,9	245,8	118,4	26,2	68,6	5,2	8,04	1975,24	113,2
4.	двукратно / twice	15,3	203,7	98,2	32,8	62,1	5,1	8,31	1693,31	97,0
5.	двукратно / twice	30,6	222,6	107,3	31,7	62,7	5,6	8,24	1835,31	105,2
6.	двукратно / twice	45,9	242,5	116,9	26,5	67,1	6,4	8,00	1938,86	111,1
7.	трикратно / threefold	15,3	201,3	97,0	30,7	63,2	6,1	8,18	1646,87	94,4
8.	трикратно / threefold	30,6	227,9	109,8	29,2	63,2	7,6	8,05	1834,51	105,1
9.	трикратно / threefold	45,9	250,3	120,6	23,6	67,7	8,7	7,77	1945,27	111,5

Разпределението на торовата норма на няколко внасяния оказва по-слабо влияние върху добива. Вариантите с еднократно внасяне на калиевия нитрат имат среден добив от 226,3 kg/da. При вариантите с двукратно внасяне на торовата норма средният добив е 222,9 kg/da, а при трикратното внасяне – 226,5 kg/da.

По отношение на средния добив всички варианти, торени с по-високите торови норми превишават контролния вариант 1 с до 20,6 пункта (Таблица 1). Вариантите, торени със същото количество тор, както контролния вариант, но разпределено двукратно и трикратно формират незначително по-малък среден добив от контролата.

Най-висок среден добив от декар е получен при вариант 9 – 250,3 kg/da или 120,6% спрямо контролния вариант.

Анализът на данните в Таблица 1 показва, че прилагането на по-големи норми на торене увеличава средния добив от декар, но води до влошаване качеството на получената суровина. Разделянето на количеството калиев нитрат на части също се отразява негативно върху качеството на тютюна. Най-висок процент първа класа – 34,7% при нисък такъв за трета класа – 4,7% и най-висока средна цена 8,41 BGN/kg са получени от вариант 1. Най-ниско качество е получено при вариант 9 – 23,6% първа класа; 8,7% трета класа и 7,77 BGN/kg средна изкупна цена.

Най-голям общ доход от декар е получен при варианти 3, 6 и 9 торени с най-високото количество калиев нитрат, съответно 113,2%, 111,1 и 111,5% спрямо контролния вариант 1. По-високият общ доход от декар при тях се дължи на получения висок среден добив, но със занижено качество на суровината (Таблица 1).

Корелацията между добива сух тютюн от сорт Крумовград 78 С и елементите, определящи продуктивността е положителна и силна (Таблица 2). Доказано положително влияние върху добива се наблюдава при височината на растенията, броя на листата от растение и тяхната дължина и ширина, корелационните коефициенти са доказани при степен на свобода 0,01.

От агротехническите прийоми, прилагани за повишаване на добива с най-голямо положително влияние е торовата норма, корелационният коефициент 0,988 е доказан при степен на свобода 0,01. Не съществува статистически доказана корелационна връзка между начина на внасяне на калиевия нитрат и добива.

Таблица 2. Корелационни зависимости между добива сух тютюн, елементите на продуктивност и някои агротехнически фактори

Table 2. Correlation dependences between dry tobacco yield, the elements of productivity and some agrotechnical factors

	Добив Yield	Разпределение Distribution	Торова норма Fertilizer norm	Височина на растението Height of plants	Брой листа Number of leaves	Дължина на листа Length of leaf	Ширина на листа Width of leaf
Добив Yield	1	0,005	0,988**	0,938**	0,924**	0,931**	0,891**
Разпределение Distribution		1	0,000	0,156	0,229	-0,054	-0,091
Торова норма Fertilizer norm			1	0,911**	0,905**	0,876**	0,839**
Височина на растението Height of plants				1	0,989**	0,885**	0,829**
Брой листа Number of leaves					1	0,872**	0,813**
Дължина на листа Length of leaf						1	0,985**
Ширина на листа Width of leaf							1

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

Заклучение

Повишаването на нормите на торене с калиев нитрат увеличава средния добив от декар, независимо от начина на внасяне. Разпределението на торовата норма на няколко внасяния оказва по-слабо влияние върху добива.

Прилагането на по-големи норми на торене увеличава средния добив от декар, но води до влошаване качеството на получената суровина. Разделянето на количеството калиев нитрат на части също се отразява негативно върху качеството на тютюна.

Корелацията между добива сух тютюн от сорт Крумовград 78 и елементите, определящи продуктивността е положителна и силна.

От агротехническите прийоми, прилагани за повишаване на добива с най-голямо положително влияние е торовата норма.

Литература

- Atanasov, D. (1962). Tobacco production, HGD, Plovdiv (Bg).
- Bozhinova, R. & Zapryanova, P. (2005). Assimilation of nutrients from tobacco varieties Virginia and Burley. In: Proceedings of the Jubilee Scientific Conference "60 Years of ITTI", November 3-5, Plovdiv, 189-195 (Bg).
- Danio, S., Stoilova, A., Yancheva, D. (2007). Influence of the diet on the chemical parameters forming the smoking characteristics of Krumovgrad variety group tobaccos. Vtori mezhdunaroden simpozium "Ekologichni podhodi pri proizvodstvoto na bezопасni hrani", Plovdiv, 67-72 (Bg).
- Donev, N., Vartanyan, A., Perfanov, N. (1971). Proceedings of the Tobacco Institute, Plovdiv (Bg).
- Gorbanov, S., Stanchev, L., Matev, Y., Tomov, T., Rachovski, G. (2005). Agrochemistry, Sofia (Bg).
- Krancheva, M., Gradinarski, L. (2002). Achievements and perspectives of the water regime and mineral nutrition of plants in Bulgaria. BAN, vol. 2, 295-298 (Bg).
- Mylonas, V. A. (1984). Nutrient Concentration Changes in Oriental Kabakulak Tobacco during the Growing Season, Beiträge zur Tabakforschung International, 12 (3), 147-152.

- Sekin, S., Peksuslu, A. & Kūçūközden, R. (2002). Macro and micro elements of Izmir tobaccos related with quality. Second Balkan scientific conference "Quality and efficiency of production, processing and processing of tobacco", Plovdiv, 47-55.
- Stamatov, I. (2014). Elements of agricultural technology related to the yield and quality of dry leaves in the oriental variety of tobacco Krumovgrad 944. Anniversary Scientific Conference with Foreign Participation "Science and Education – Traditions and Future" Kardzhali, 523-528, ISSN 1314-3425 (Bg).
- Stamatov, I. (2017). Dependencies between yield, basic agrotechnical factors and elements of productivity with Krumovgrad 17oriental tobacco variety. National scientific conference with foreign participation "Science and Society, 2017", October 5-6, Kardzhali, volume VI, 345-352, ISSN 1314-3425 (Bg).
- Stamatov, I. (2023). Dynamics of growth, yield and quality of the oriental tobacco variety Krumovgrad 56 depending on the level of mineral fertilization and food area. Bulgarian Journal of Crop Science, 60(1) 60-68 (Bg).
- Stamatov, I., Yancheva, A. (2010). Influence of the main agrofactors on the biological and economic indicators of oriental tobacco. Rastenievadni nauki, 4, 326-330 (Bg).
- Yancheva, D. (2004). State and prospects of the research work on the mineral fertilization of oriental tobacco Krumovgrad. Sb. Nauchna konferentsia s mezhdunarodno uchastie "60 godini tyutyuneva nauka", Plovdiv, 175-181 (Bg).
- Yancheva, D. (2005). Towards the diagnosis of mineral fertilization of Krumovgrad oriental tobacco. Sb. "Nauchna konferentsia s mezhdunarodno uchastie Stara Zagora 2005", vol. II, part II, 453-458 (Bg).
- Yancheva, D. (2007). Retrospective analysis of the research work on mineral fertilization of oriental tobacco Krumovgrad. Mezhdunarodna nauchna konferentsia "60 godini Institut po pochvoznanie "N.Pushkarov" "Pochvoznaniето- основа за ustoychivo zemedelie i opazvane na okolnata sreda", Sofia, t. II, 477-481 (Bg).
- Yancheva, D. (2008). On the mineral fertilization of oriental tobacco in the Rhodopes region. Natsionalna nauchna konferentsia "Rodopite i chovekat", Smolyan (Bg).
- Yancheva, D. (2009). Parameters characterizing the state of satisfaction in the nutritional regime of Krumovgrad oriental tobacco. Rastenievadni nauki, 46, 260-264 (Bg).
- Yancheva, D., Nikolova, D. (2006). Towards the biological consumption of nutritional elements during the vegetation of oriental tobacco Krumovgrad. Mezhdunarodna nauchna konferentsia "Naukata v usloviyata na globalizatsiyata prez XXI vek", SUB, St. Zagora, 245-249 (Bg).
- Yancheva, D., Danyo, S., Stoilova, A. (2008). Diagnosis of mineral fertilization of oriental tobacco Krumovgrad. Varietal reaction. Rastenievadni nauki, 45, 343-346 (Bg).

ВЛИЯНИЕ НА РАЗЛИЧНИТЕ НОРМИ НА МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ ВЪРХУ РАСТЕЖНИТЕ ПРОЯВИ НА ИНТЕНЗИВНО ЯБЪЛКОВО НАСАЖДЕНИЕ, ОТГЛЕЖДАНО ПРИ ВОДОСПЕСТЯВАЩИ ТЕХНОЛОГИИ

Антоанета Гигова*

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
„Никола Пушкиров“,
Шосе Банкя 5, София, България, Селскостопанска Академия*

**e-mail: antoaneta.gigova@abv.bg*

Резюме

През 2023 г., на територията на експериментално поле „Челопечене“, ИПАЗР „Н. Пушкиров“, гр. София е проведен опит с интензивно ябълково насаждение сорт Флорина, присаден върху подложката ММ106 при капково напояване и фертигация. Опитът е заложен по метода на дългите парцелки с четири повторения. Проследявани са варианти на различни норми на торене, напоявани с мулчиране и без мулчиране. Направена е оценка на влиянието на торенето при торови норми – амониев нитрат - 5 kg/da N: и - амониев нитрат - 8 kg/da N; върху вегетативните и репродуктивни параметри на ябълковия сорт Florina, отглеждани при водоспестяваща технология с оптимално напояване с поддържане на предполивна влажност 80% от ППВ (100%). В края на вегетацията са измерени биометричните показатели на експерименталните дървета: височината на дървото, диаметър на стъблата и ширината на короните. Определено е напречното сечение на стъблата и обемът на короните. Сравнени са вариантите с мулчиране и без мулчиране при различни норми на торене.

Предмет на настоящето изследване е ефектът на минералното торене върху развитието и добива на интензивно ябълково насаждение отглеждано при водоспестяваща технология с оптимално напояване.

Ключови думи: интензивни ябълки, капково напояване, мулчиране, фертигация.

INFLUENCE OF DIFFERENT RATES OF MINERAL FERTILIZATION ON THE GROWTH MANIFESTATIONS OF AN INTENSIVE APPLE PLANTATION, GROWN WITH WATER-SAVING TECHNOLOGIES

Antoaneta Gigova*

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Poushkarov”,
Shose Bankia 5, Agricultural Academy Sofia, Bulgaria
Department of Agricultural Mechanization and Hydromelorative Systems,*

**e-mail: antoaneta.gigova@abv.bg*

Abstract

In 2023, an experiment was conducted on the territory of the experimental field "Chelopechene", IPAZR "N. Poushkarov", Sofia with an intensive apple plantation of the

Florina variety, grafted on the rootstock MM106 under drip irrigation and fertigation. The experiment was based on the long plot method with four repetitions. Variants of different fertilization rates, irrigated with mulching and without mulching, were monitored. An assessment was made of the influence of fertilization at fertilizer rates - ammonium nitrate - 5 kg da⁻¹ N; and - ammonium nitrate - 8 kg da⁻¹ N; on the vegetative and reproductive parameters of the Florina apple variety, grown using water-saving technology with optimal irrigation with maintenance of pre-irrigation humidity of 80% of the FC (100%). At the end of the vegetation period, the biometric indicators of the experimental trees were measured: height, stem diameter and crown width. The cross-section of the stems, crown volume and average branch length were determined. The variants with and without mulching were compared, at different fertilization rates.

The subject of this study is the effect of mineral fertilization on the development and yield of an intensive apple orchard grown using water-saving technology with optimal irrigation.

Key words: intensive apples, drip irrigation, mulch, fertigation.

Въведение

Предизвикателствата на климатичните изменения, в световен мащаб, така и в България насочват необходимостта от проучвания в областта на прилагане на водоспестяващи технологии и фертигация при овощните култури. Ограничаване на изпарението, събиране и съхраняване на дъждовната вода и ефективното използване на водата за напояване са основните задачи, за разрешаване. Торенето е основно агротехническо мероприятие за поддържане растежа и плододаването на ябълката, тъй като продължителното отглеждане на овощните култури на едно място води до износ на големи количества хранителни вещества (Zdravkova, Krishkova, 2021). От дървесните овощни видове прасковата е най-взискателна към хранителния режим, следвана от ябълката (*Malus domestica* Borkh.) (Mitov et al., 2008). Освен видовете е установено, че и сортовете извличат в различна степен микро и макроелементите от почвата. Поради тази причина, торенето е необходимо агротехническо мероприятие. Торовата норма е едно от условията, от които зависи количеството и качеството на продукцията. Прекалено високите норми, независимо дали торенето е органично или минерално, може да предизвикат физиологични смущения, намаляване на добива и влошаване качеството на плодовете (Hahn et al., 2018). Високото съдържание на азот в почвата причинява луксозно хранене и намалява интензивността на оцветяване при червените ябълкови сортове, главно поради засенчване, причинено от прекомерен вегетативен растеж (Brunetto et al., 2015; Porro et al., 2018). Освен торовата норма, от значение за добива е и формата на внасяне на тора, както и фазата на развитие на културите (Todorova and Boteva, 2015; Todorova, 2020).

Целта на настоящия експеримент е да се определи влиянието на минералното торене върху растежните прояви на ябълковия сорт Florina, отглеждани при водоспестяващи технологии.

Материали и методи

Обектът на изследването е интензивно ябълково насаждение, отглеждано на опитно поле „Челопечене“ на ИПАЗР „Н. Пушкиров“. Опитните дървета са сорт Флорина, присаден върху подложката MM106.

Почвата в района е излужена Канелена горска, образувана върху делувиални наноси. По международната класификация на ФАО тази почва се определя като Chromic Luvisol. В района валежите са твърде неравномерно разпределени, както по сезони, така и по месеци. Лятото е много сухо и горещо. Високите средноденонощни температури водят допълнително до засилване ефекта на сушата през този период

от годината. Годишната сума на валежите за района за 2023 година е 306.2 mm, което е недостатъчно за развитието на овощните насаждения.

Опитът е заложен по метода на дългите парцелки с четири повторения. Експерименталните дървета са засадени на 7 реда, на площ от 602 m² с големина на опитната парцелка - 18 m². Разстоянието между фиданките е 2 m и е съобразено с вида на подложката и евентуалните размери на короните след тяхното окончателно формиране. Междуредовите разстояния са 3 m и 4.5 m. Насаждението се напоява капково. За по-ефективно използване на водата се прилага мулчиране.

Фактори на опита:

Фактор А – Напояване

A0 – без напояване (контрола);

A2 - Напояване с поддържане на предполивна влажност 80% от ППВ (100%) – максимално (оптимално) напояване

M – мулч

Фактор В – торене

V0 - неторен (контрола);

V1 - амониев нитрат - 5 kg da⁻¹ N;

V2 - амониев нитрат - 8 kg da⁻¹ N;

Реализирани са следните варианти :A0,V0; M, A2, V0; M, A2, V1; M, A2, V2;

A2, V1; A2, V2; A2, V0.

В края на вегетацията се извършват биометрични наблюдения на експерименталните дървета и се определят следните растежни показатели:

- ❖ Диаметър на стъблата на 0.35 m над спойката на присаждане;
- ❖ Височина на дърветата в m;
- ❖ Ширина на короните в m;

Въз основа на стойностите на тези показатели се определя площта на напречното сечение на стъблата в cm² и обема на короните.

Обемът на короните е определен по формула, отговаряща на съответната формировка (Westwood, 1978):

$$V = 4/3\pi a b^2 \quad (1)$$

където: a е ½ от диаметъра на короната, отчетен в две перпендикулярни посоки; b е ½ от височината на короната.



Резултати и обсъждане

През периода на изследването са определени средната обиколка на стъблата на дръвчетата, средно напречно сечение, средна височина на дръвче и среден обем на короната и са дадени в таблица 1. При направените сравнения на биометричните характеристики на дръвчетата, отглеждани с капково напояване, с мулч и без мулч и различни торови норми $8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$: $5 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$), резултатите показаха, че под влияние на мулчирането и торова норма от $8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$, ябълковите дръвчета проявяват по-силен растеж по следните показатели: обиколката на стъблата и напречно сечение на стъблата. Средната обиколка на стъблата на дръвчетата при мулчиране и торова норма $8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$ е 264.75 mm, 107 % по-малка спрямо средната обиколка на стъблата на дръвчетата, отглеждани при мулчиране с торова норма $5 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$ – 283.54 mm т.е. показват 1.07 пъти по-слаб растеж и 1.12 пъти по-малка средна обиколка спрямо вариант М, А2, V0. При варианта без мулч и торова норма ($8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$), средната обиколка на стъблата на дръвчетата е 252.32 mm е 1.12 пъти по-малък от вариант М, А2, V1 и 0.95 пъти по-малък спрямо вариант М, А2, V2. Резултатите показват, че при биометричния показател: обиколката на стъблата, най-добър показател дава варианта с мулч и торова норма $5 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$. (М, А2, V1).

Средното напречно сечение на стъблата е с най-добър показател при вариант М, А2, V1 - 63.37 cm^2 , който е с 1.13 пъти или 113% по-малко спрямо напречното сечение на стъблата при вариант М, А2, V2. При варианта без мулч и торова норма ($8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$), средното напречно сечение на стъблата на дръвчетата при варианта без мулч и торова норма ($8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$), е 48.44 cm^2 и е 1.15 пъти по-малък от вариант М, А2, V2 и 1.31 пъти по-малък спрямо вариант М, А2, V1. Резултатите показват, че при биометричния показател: Средното напречно сечение на стъблата, най-добър показател дава варианта с мулч и торова норма $5 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$. (М, А2, V2).

Биометричния показател: височина дръвчетата, е с най-добър резултат при варианта с мулч и торова норма $8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$. (М, А2, V2) – 3.84 m.

Средният обем на короната е един от най-важните биометрични показатели и с най-добър резултат при вариант М, А2, V2 с мулч и торова норма $8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$ - 11.57 m^3 , с 1.07 пъти по-голям или 108 % от вариант М, А2, V1 и 1.01 пъти по-голям от варианта без мулч и торова норма $8 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$.

Таблица 1. Средни биометрични характеристики на експерименталните дръвчета по редове

Table 1. Average biometric characteristics of the experimental trees in rows

Вариант Variant	Обиколка стъбло/ Ave circumference of stem, mm	Напр. сечение стъбло/ Ave cross-section of steam, cm ²	Височина дръвче/ Tree height, m	Обем корона/ Crown volume, m ³
A0, V0	198.62	32.36	3.01	8.67
М, А2, V0	253.18	52.21	3.55	9.24
М, А2, V1	283.54	63.37	3.82	10.79
М, А2, V2	264.75	56.04	3.84	11.57
А2, V1	225.08	40.98	3.53	9.38
А2, V2	252.52	48.44	3.70	9.97
А2, V0	215.26	36.61	3.36	8.74

Заклучение

През изследвания период, направените сравнения на биометричните характеристики на дръвчетата, отглеждани с мулчиране и без мулчиране и с различни торови норми на интензивното ябълково насаждение показаха, че под влияние на мулчирането и фертигацията, ябълковите дръвчета проявяват по-силен растеж по следните показатели: обиколката на стъблата и напречно сечение на стъблата.

При по-голяма торова норма се наблюдават по-високи показатели на височината на дърветата и обема на короната на овошките, но по-малки обиколки на стъблото и напречното сечение.

По отношение на обема на короните – показател, характеризиращ силата на растеж на дръвчетата, е установено, че при прилагане на по-голяма торова норма: амониев нитрат - 8 kg da^{-1} с мулчиране и 100% напояване е най-голяма 11.57 m^3 .

Напояването влияе благоприятно на развитието на биометричните показатели на ябълков сорт „Флорина“, в сравнение с неполивните варианти.

Литература

- Zdravkova, A., I. Krishkova, 2021. Effects of Mineral and Organic Fertilization of Apple, Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, Troyan, 24 (1), 218-237. (En)
- Mitov, P., G. Pepelynkov, D. Dyakov, 2008. Fruit-Growing, Agricultural University, Plovdiv, 424 – 430. (En)
- Hahn, L., C. Basso, L. C. Argenta and M. J. Vieira, 2018. Sources and Doses of Fertilizers Affect Foliar and Fruit Mineral Composition of Daiane Apples, Acta Hort., 1217, 411- 416, (En)
- Brunetto, G., G. W. B. De Melo, M. Toselli, M. Quartieri and M. Tagliavini, 2015; The Role of Mineral Nutrition on Yields and Fruit Quality in Grapevine, Pear and Apple. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal –SP, 37(4), 1089-1104. (En)
- Porro, D., S. Pedo, J. Pasqualini and D. Bertoldi, 2018. Quantity and Quality of Production, Partitioning of Dry Matter and of Mineral Nutrients in Apple Trees Subjected to Four-Year Different Fertilization Strategies. Acta Hort., 1217, 447-454 (En)
- Todorova, D., 2020. Feeding Effectiveness on Biological Manifestation in Broccoli for Late Field Production, Rasteniye i zhivotnovodstvo, 57 (5), 44-50 (Bg)
- Todorova, D. and K. Boteva, 2015; Effect of Feeding with Organic Poultry Manure during Vegetation on Yield of Cabbage. Plant Science, 3, 52-56 (Bg)
- Westwood M. N., 1978. Temperate-zone pomology. W. H. Freeman and Company, San Francisco. <http://www.terawet.com>

COMPARATIVE CHARACTERISTICS BETWEEN YIELD AND BIOMETRIC INDICATORS OF EGGPLANT VARIETY "BULGARIAN 12" GROWN UNDER DRIP IRRIGATION FOR THE AREA OF THE SOPHIA FIELD

Anna Rachova*

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Poushkarov",
Shose Bankia 5, Agricultural Academy Sofia, Bulgaria*

**e-mail: a.rachova@issapp-pushkarov.org*

Abstract

An experiment was conducted with eggplants of the "Bulgarski 12" variety in open areas in the Sofia Field area, on leached Cinnamon forest soil.

Eggplants were grown under water-saving and environmentally friendly irrigation technology (with drip irrigation) and applied mineral fertilization (with N₂). Eggplants were grown in conditions of optimal irrigation (100%), reduced irrigation (50%) and an increase in the optimal irrigation rate by 20% at the same fertilization rates (with N₂ 100%).

The growth and development of the eggplant plants was monitored by periodic biometric measurements. A connection was made between the yield and some biometric indicators (number of fruits and plant heights) in the different variants.

In the phase of mass flowering, budding and fruiting, experimental data were obtained for some biometric parameters - height, number of fruits.

The purpose of the present study is to compare the indicators of growth and yield obtained at different irrigation rates during the vegetation period of the crop for two experimental years (2023-2024).

Key words: eggplants, drip irrigation, growth indicators, yield, fertigation.

СРАВНИТЕЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖДУ ДОБИВ И БИОМЕТРИЧНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПАТЛАДЖАН СОРТ "БЪЛГАРСКИ 12", ОТГЛЕЖДАН ПРИ КАПКОВО НАПОЯВАНЕ ЗА РАЙОНА НА СОФИСКОТО ПОЛЕ

Анна Рачова*

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
„Никола Пушкиров“,
Шосе Банкя 5, София, България, Селскостопанска Академия*

**e-mail: a.rachova@issapp-pushkarov.org*

Резюме

Проведен е експеримент с патладжани сорт „Български 12“ на открити площи в района на Софийското поле, на излужено Канелена горска почва.

Патладжаните са отглеждани при водоспестяваща и екологосъобразна технология за напояване (с капково напояване) и приложено минерално торене (с N₂). Патладжаните са отглеждани в условия на оптимално напояване (100%) редуцирано напояване (50%) и увеличение на оптималната поливна норма с 20% при едни и същи норми на торене (с N₂ 100%).

Проследяван е растежът и развитието на растенията от патладжан, като са извършени периодични биометрични измервания. Направена е връзка между добива и някои биометрични показатели (брой плодове и височини на растенията) при различните варианти.

Във фаза масов цъфтеж, бутонизация и плододаване са получени експериментални данни за някои биометрични показатели – височина, брой плодове.

Целта на настоящето изследване е да се сравнят показателите на растежа и добива, получен при различните поливни норми през периода на вегетацията на културата за две експериментални години (2023 -2024 г.).

Ключови думи: патладжани, капково напояване, растежни показатели, добив, фертигация.

Въведение

Решаваща роля при отглеждането на зеленчукови култури в т.ч. и патладжани е правилното съчетание на отделните фактори от агротехнологическия комплекс - сорт, напояване, торене, топлина, светлина, обработки и др., които обуславят самата технология на отглеждане на даден вид зеленчукова култура при определени почвено-метеорологични условия. (Делибалтов, 1972).

Патладжанът има големи изисквания към почвата. Тази зеленчукова култура има високата чувствителност на кореновата система към топлинния, хранителния и водния режим на почвата. На тежки, глинести и водозадържащи почви, корените нарастват слабо и растенията страдат от вертицилийно увяхване, столбур и не издържат на засушаване. При отглеждане върху структурни, леки водопропускливи и топли почви с високо съдържание на хранителни вещества, кореновата система расте равномерно във всички посоки, като някои разклонения могат да достигнат до 1.5m. (Митова и Ботева, 2012 г.); (Kireva et al, 2017); (Петрова-Браничева, 2010); (Gigova and Petrova, 2024).

Abdrabbo et al. (2017), при експериментални проучвания в условията на капково напояване при полски условия в Докки, Гиза, Египет през 2014/2015 г., проучват различни нива на напояване (50, 75 и 100% от ETc) с патладжан сорт Black Beauty. Те установяват по-рано увеличаване на растежните параметри и повишаване на общия добива при варианта със 100% в сравнение с редуцирания вариант с поливна норма 50% ETc.

В проучване на Al-Hadidi and Sweity, (2022), за оценяване ефекта от дефицитното напояване (DI) с използване на пречистени отпадъчни води TWW върху добива и качеството на патладжан при различни нива на напояване, се установяват значителни разлики, както на физикохимичните свойства на почвата, така и при добива.

В два експеримента от проучванията на Bilibio et al. (2010) върху ефектите от подаването на различни водни нива в почвата, приложени в два фенологични етапа при патладжан, с напълно рандомизиран експериментален дизайн, включващ 5 третираня и 6 повторения.

Резултатите показват значителни ефекти върху всички анализирани променливи. Те установяват също, че най-чувствителната фаза е фазата на образуване на плодове/реколта и, че тази фаза е по-чувствителна към водното напрежение в почвата и се стига до уврежда развитието на културата. Най-добрите добиви са получени при напояване, извършено при 15 kPa.

Биологична характеристика на патладжан

Сортът "Български 12" е средно ранен български сорт. Отличава се с изравнени плодове и добра родовитост. Плодовете са едри, удължено крушовидни с

тъмновиолетова кожа и силен гланц. Бяла и крехка месестата част е и с гладка повърхност (Снимки 1 и 2).



Снимка 1. Автор: Boteva, 2023



Снимка 2.

Този сорт е чувствителен на силни засушавания и на екстремни температури, като при високи температури придружени с ниска относителна влажност, цветовете масово изресяват.

Ботаническа характеристика - принадлежи към семейство Картофови (Solanaceae). Отглежда се предимно като едногодишно растение. Заради специфичният си цвят го наричат още "Син домати".

Коренова система - развива 4-5 скелетни разклонения, които при отглеждане на структурни и по-сухи почви проникват на дълбочина 0.40-0.50 m. с множество по-слаби корени. Кореновата система е тип брадеста, но по-слабо развита от тази на домати и пипера, и със слаба поглъщателна способност и слаба възстановителна способност и затова разсадените растения се прихващат трудно и по-бавно. (Ранков и др., 1983) (Снимка 2).

Стъбло - дървенисто, здраво и в горния край тревистозелено, меко и сочно. Окраската му е сортова зависимост. Височината варира от 0.30- 0.55m., установена опитно (FAO 56 – 0.80 m).

Листа - големи, едронарязани, дълги 0.10– 0.20 m. и широки 0.05– 0.10m. Различават се по форма (яйцевидна, елипсовидна, овално заострена и др.).

Цвят - виолетов с власинки до тъмно-морав, разположени на къси дръжки най-често единично или събрани по 2-3 на възел. Те са двуполови, състоят се от 7 чашелистчета и венчелистчета и 6-10 жълти тичинки. Преобладава самоопрашването, но естественото кръстосване е често явление и може да достигне до 30-40 %.

Материали и методи

Обектът на изследването е средно ранен сорт патладжан „Български 12“. Експеримента е проведен на опитно поле „Челопечене“ към ИПАЗР „Н. Пушкиров“, ССА. В изследвания район почвите спадат към тип излужена Канелена горска, образувани върху делувиялни наноси. По международната класификация на ФАО се определят като Chromic Cambisol. По механичен състав почвата е тежко пясъчливо-глинеца в орния слой и леко-глинеца в подорния. Водно-физичните свойства на този почвен подтип средно за слоя 0 – 0.60 m дълбочина са следните: пределна полска влагоемност (ППВ) – 22.0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва; обемно тегло на почвата при ППВ – 1.47 g/cm³ и влажност на завяхване – 10.0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва. В продължение на две години в условията на района се отглежда патладжан на открити площи.

Опитът е изведен при три режима на напояване – оптимално (100%), редуцирано (50%) и с увеличено поливане (с 20% повече от оптималното), при една и съща норма на торене с азот с използване на водоспестяващи технологии за напояване за района на Софийското поле.

Напояването е извършено с инсталация за капково напояване "Дрозбах" перфориран през 30 см. При капковото напояване не се подава размерът на цялата поливна норма, както при другите начини на поливане. Налага се редуциране за сметка на ненапояваната площ. За целта е използвана формулата на (Фрестан В., Carzoli., 1980) като е взета предвид схемата на засаждане. Размерът на поливаната норма се изчисляваше по формулата:

$$m = [10H \cdot \alpha \cdot (\text{ППВ} - \text{дт пр. вл.})] \cdot K.$$

където:

m е големината на поливната норма, mm;

α – обемната плътност на почвата в gr/cm^3 ;

H – дълбочината на активния почвен пласт, m (в опита $H = 0,4 \text{ m}$);

ППВ – пределната полска влагоемност в % спрямо абсолютно сухото тегло на почвата;

дт пр. вл – предполивната влажност на почвата в % спрямо абсолютно сухото тегло на почвата;

K – коефициентът на редуциране на поливната норма, отчитащ заетата от растенията площ в 1 dka, в опита $K = 0,66\%$, т.е. напоява се 66% от площта.

За определяне на почвената влага са взимани почвени проби от вариант V_1 със 100 % поливна норма с поддържане на предполивна влажност 80% от ППВ.

Метод на залагане на опита: Полският експеримент е заложен по метода на дългите парцелки и включва четири повторения от всеки проследяван вариант (Схема 1).

Схема 1. Варианти на опита:

- 1) V_1 - Напояване с 100 % поливна норма без торене– контрола (поддържане на 80% от ППВ).
- 2) V_2 - Напояване с намаляване на поливна норма с 120%.
- 3) V_3 - Напояване с 100% поливна норма.
- 4) V_4 - Напояване със завишаване на поливна норма с 50%.

Резултати и обсъждане

Изследванията са проведени на опитното поле на ИПАЗР „Н. Пушкиров“ в кв. Челопечене през 2023 и 2024 година (Снимка 3).



Снимка 3. Схема на насаждение с зеленчукова култура патладжан сорт „Български 12“

През вегетационните години на експеримента са извършени всички необходими агротехнически мероприятия обработка на почвата, монтиране на поливна техника за капково напояване, засаждане на разсада на открито, прилагане на необходимия брой поливки за прихващане на растенията и през вегетацията, торене чрез фертигация, пръскане за растителна защита и др..

По отношение на температурата на въздуха 2023 година и 2024 година се характеризират, като топли с обезпеченост 26 % и по отношение на падналите валежи суха с обезпеченост 62.41 %.

Развитието на патладжаненото растение се състои от два периода: първи период от засяване на семената първата десетдневка на месец март (2023 г.) и засаждане на готовия разсад на полето края на месец април до началото на месец май. За 2024 година засяването на семената и развитието на растенията се извърши в края на месец февруари, а готовият разсад се засади на полето в началото на месец май. Периодът за прихващане на разсада е до края на месец май началото на месец юни (25 – 29.05.2023 г. 02 - 05. 06. 2024 г.).Установени са фенофазите на развитие (Таблицы 1 и 2).

Таблица 1. Фенофази на развитие на патладжан сорт „Български 12, за вегетационния период на 2023 година

Вариант	Фенофази на развитие/дни				
	Засаждане	Усилен растеж	Начало на бутонизация	Начало на цъфтеж	Плододаване
V1 120% m	30.05	9.06	27.06	15.07	30.07
V2 100% m	30.05	9.06	5.07	25.07	8.08
V3 50% m	30.05	9.06	4.07	22.07	5.08

Таблица 2. Фенофази на развитие на патладжан сорт „Български 12“, за вегетационния период на 2024 година

Вариант	Фенофази на развитие/дни				
	Засаждане	Усилен растеж	Начало на бутонизация	Начало на цъфтеж	Плододаване
V1 120% m	31.05	8.06	17.06	12.07	28.07
V2 100% m	31.05	8.06	7.07	6.07	7.08
V3 50 % m	31.05	8.06	5.07	4.07	3.08

Засаждането на открито с готов разсад се извършва при постоянно затопляне на повърхността на почвата над 5-10 °С и за двете години на полския експеримент. Патладжанът е много чувствителна култура на измръзване. Начало на бутонизация се наблюдава на 109 до 117 ден. Цъфтежът на патладжана започва от 127 до 137 дни след засяване на семената. 15.07 до 25.07.2023 година и 15-20.07. за 2024 г. (Таблицы 1 и 2).

Патладжанените растения са засадени на полето на 30 май 2023 и в края на месец май (31.05. в началото на месец юни) за 2024 година. Засаждането се извърши с готов разсад. Подадена е поливка за прихващане с норма 15 mm. По време на периода на адаптация и прихващане, до 9 юни са подадени 4 поливки през 3 дни с поливна норма 10mm (Таблицы 1 и 2).

За поддържане на предполивна влажност 80% от ППВ общо за вегетационния период са реализирани 22 броя поливки и при трите варианта по години и средно за 2023-2024 г. (Таблицы 3, 4, 5).

Размерът на средната напоителна норма за вегетационния период е 372,22 mm като за 2023 г., тя е 368.85 mm, а за 2024 г. 375,55 mm (Таблицы 3, 4, 5).

Таблица 3. Брой поливки, поливни и напоителни норми на патладжан на опитно поле 2023 година

Варианти	Брой поливки	Поливна норма (mm)	Напоителна норма (mm)
120 % M 120	22	24,5	452
100% M 100	22	19,5	348
50% M 50	22	15,5	245

Таблица 4. Брой поливки, поливни и напоителни норми на патладжан на опитно поле 2024 година

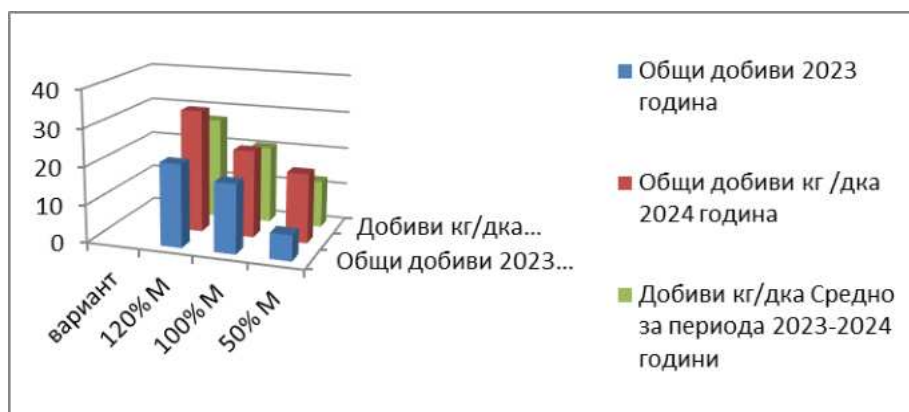
Варианти	Брой поливки	Поливна норма (mm)	Напоителна норма (mm)
120 % M 120	22	30,15	464
100% M 100	22	24,9	356
50% M 50	22	15,85	250,5

Таблица 5. Брой поливки, поливни и напоителни норми на патладжан на опитно поле по години и средно за периода 2023 -2024 година

Вариант	2023			2024			Средно 2023 -2024 година		
	Брой поливки	Поливна норма (mm)	Напоителна норма (mm)	Брой поливки	Поливна норма (mm)	Напоителна норма (mm)	Брой поливки	Поливна норма (mm)	Напоителна норма (mm)
120% M	22	24,5	452	22	25.3	464	22	30,15	458
100% M	22	19,5	368	22	21.3	420	22	24,9	394
50% M	22	15,5	245	22	16.2	256	22	15.85	250.5

Таблица 6. Добиви от патладжан в kg/dka по години и средно за периода 2023-2024 година в Челопечене, София

Вариант	Общ добив kg/dka		Добиви kg/dka
	2023	2024	Средно за 2023-2024
120% M	21,93	32,49	27,21
100% M	18,25	23,03	20,64
50% M	6,77	18,35	12,56



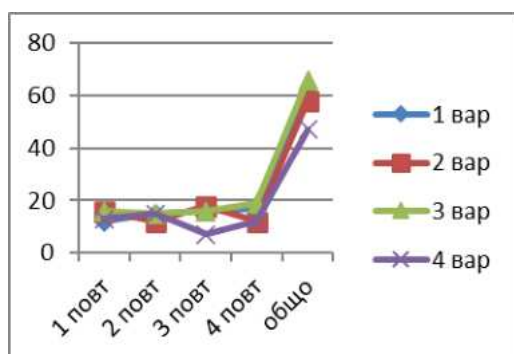
Фигура 1. Добиви от патладжан в kg/dka по години и средно за периода 2023 -2024 година в Челопечене, София

По отношение на добива при варианта със 100% поливна норма са отчетени по-високи добиви през 2024 година в сравнение с 2023 г., което се отразява и на броя на плодовете, а торенето оказва влияние на развитието на вегетативната маса и кореновата система при варианта с редуцирано напояване (50%т). (Таблица 6 и Фигура 1). Торенето с азот дава развитие на повече листа, като за варианта с оптимална поливна норма се отразява на броя плодовете (Таблица 7, Фигури 2 и 3) и на добива, който за 2024 година е значително по-висок (Фигури 2 и 3).

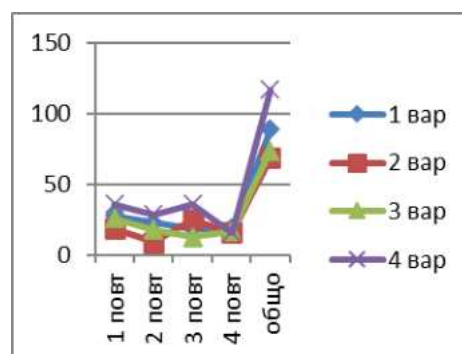
Таблица 7. Разпределение на поливките по фази от развитието на патладжан, отглеждани на открити площи - опитно поле Челопечене, София, 2023-2024 година

Фази на развитие	Брой поливки	Периоди на напояване
Сеитба	-	3- ^{та} десетдневка януари
Засаждане	Поливка за прихващане	Края на април
Усилен растеж	1-2	1 ^{ва} десетдневка май началото на юни
Начало на цъфтеж, Пълен цъфтеж	3-5	2- ^{та} десетдневка на юни 2- ^{ра} десетдневка на юли
Зреене на плодовете, Плододаване беритба	4-5	Края на месец юли, началото на август
Активно плододаване	7-10	Края на юли до началото на месец октомври

Брой плодове по варианти за 2023 -2024 година



Фигура 2. – 2023 г.



Фигура 3. – 2024 г.

Заклучение

Резултатите от изследванията показват връзка между поливната норма и фазите на развитието на културата при изследваните варианти.

Определена е големината на поливните норми по варианти средно за периода на изследванията 2023-2024 г.

Установено е, че при вариантите с 50% поливна норма се наблюдава начало на цъфтеж за 2024 г. 10-12 дена по-рано, а през 2023 г., със 7-10 дни по-късно, а образуването на първите плодове се установи през 2023 г. с 5-8 дни по-късно, а през 2024 г., с 9 -10 дни по-рано.

При вариантите с 100% и 120% поливна норма не се наблюдават съществени различия.

Реализирани са 22 броя поливки и през двете експериментални години, като за поддържане на почвената влажност в диапазона 80% от ППВ напоителната норма е 368.85 mm за 2023 г. и 372, 55 mm за 2024, а средно за двете години е 372,22 mm.

Получените резултати показват, че по отношение на добива при варианта със 100% поливна норма са отчетени по-високи добиви през 2024 г. в сравнение с 2023 г., което се отразява и на броя на плодовете.

Резултатите средно за периода на изследванията (2023-2024 г.) показват, че при увеличаване на оптималната поливна норма с 20%, добивът нараства с 27,21 kg/dka, а при намаление с 50% добивът намалява с 14,65 kg /dka.

Литература

- Ботева Хр., Ст. Машева, В. Петкова, М. Михов. (2007). Критични точки и критерии за оценка при производство на патладжан, Заповед N 70, от 20 юли, ИЗК "Марица", Пловдив.
- Ботева Х., 2023 г., "Патладжан- подходящи сортове и направления на отглеждане" <https://www.plant-protection.com/article/1719>
- Gigova, A., Petrova, V. (2024). Effect of drip irrigation and mulching on the yield of an apple orchard. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(1), 13-20 (Bg).
- Делибалтов, Й., Хр. Христов. Ив.Цонев, Сравнителна оценка на някои методи за определяне на водопотреблението на селскостопанските култури, Международно селскостопанско списание, №41 1981.
- Делибалтов, Й., и др. Напояване на селскостопанските култури, Земиздат, София, 1972.стр.79— 90.
- Делибалтов, Й. (1981). Проблеми при напояване на зеленчуковите култури. Сб. Проблеми на съвременното зеленчукопроизводство. Изд. "Хр. Г. Данов", Пловдив
- Димитров И. Т. Митова, М. Борисова, К. Стойнев, Д. Николова (2009). Екологични аспекти на съвременните системи за обработка на почвата в България. Сборник доклади на международна конференция "Обработка на почвата и екология", Албена, 10-22.
- Дойкова М., В. Ранков, (1978). По някои въпроси от хранителния режим на патладжана. МЗХП, Селскостопанска наука, год. XVI, N-4, София.
- Kireva, R., Petrova, V., Markov, Ev. (2017) Drip Irrigation of Apples at Moderate Continental Climate International Research Journal of Engineering and Technology, Volume 4, Issue 09, September 2017, pp 642-645, ISSN, ISSN (Online) 2395-0072, Impact Factor value:5, 181, ISO 9001-2008, Certified Journal
- Петрова- Браничева, В., 2010, Влияние на температурния режим върху основните фенологични фази на развитие на ягодата отглеждана при оранжерийни условия в района на Софийско поле, Селскостопанска техника, бр.1, стр. 107
- Ранков В. и др., 1983. Торене на зеленчуковите култури в условията на интензивно земеделие. ИЗД. Хр. Г. Данов, Пловдив.
- Kashyap, V., VinodKumar, S., Collonnier, C., Fusari, F., Haicour, R., Rotino, G.L., Sihachakr, D., Rajam, M.V., (2003). Biotechnology of eggplant. *Scientia Horticulturae* 97, 1–25.
- Uzen N, Cetin O. (2016). Effects of N fertigation frequency on yield and N retention in drip-irrigated cotton. *Journal of Plant Nutrition*, 39, 2126–2135.
- Abdrabboet al., 2017 M. Abdrabbo, S. Saleh, F. Hashem Eggplant production under deficit irrigation and polyethylene mulch. *Egypt. J. Appl. Sci.*, 32 (7) (2017), pp. 148-161
- Al-Hadidi_and_Sweity, 2022 L. Al-Hadidi, A. Sweity Effect of deficit irrigation using treated waste water on eggplant yields, water productivity, fruit quality and mineral contents. *Russ. Agric. Sci.*, 48 (2) (2022), pp. 63-73, 10.3103/S1068367422020112
- Bilibioetal., 2010 C. Bilibio, J.a. Carvalho, M. Martins, F.C. Rezende, E.a. Freitas, L.a.a. Gomes . Vegetative growth and yield of eggplant under different soil water tensions. *Rev. Brasil. Eng. Agríc. Ambient.*, 14 (2010), pp. 730-735, 10.1590/S1415-43662010000700007
- Freeman, B., Carzoli. 1980. Localized Irrigation. – FAO, Irrigation and Drainage, 36-43.

ПОДАТЛИВОСТ НА ПОЧВИТЕ КЪМ ДЕФЛАЦИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ГРАД ТРЪСТЕНИК, ОБЛАСТ ПЛЕВЕН

Августа Степчич*

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н.
Пушкарров“,*

**e-mail: a.stepchich@issapp-pushkavor.org*

Резюме

Ветровата ерозия е пряко зависима от релефа на терена, от вида на растителната покривка и от начина на стопанисване на територията. Разрушителната и транспортната сила на вятъра зависят от неговата скорост. Област Плевен се характеризира с равнинен релеф в северната и източната част и с хълмист в южната и югозападната. Поради тази особеност на терена територията попада в клас слаба податливост на почвата към дефлация ($0 \geq 125$).

Ключови думи: почва, обработваема земя, ерозионност на ветровете.

SOIL ERODIBILITY FOR THE TERRITORY OF TRASTENIK, PLEVEN REGION

Avgusta Stepchich*

**Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “N. Poushkarov”,*

**e-mail: a.stepchich@issapp-pushkavor.org*

Abstract

Wind erosion is directly dependent on the relief of the terrain, the type of vegetation and the way the territory is managed. The destructive and transport power of the wind depends on its speed. The region of Pleven is characterized by a flat topography in the northern and eastern parts and a hilly one in the southern and southwestern parts. Due to this feature of the terrain, the territory of the district is mainly in low erosion class ($0 \geq 125$).

Key words: soil, agricultural land, soil erodibility.

Въведение

Промените в климата в последните години поставят на изпитание възможностите на човека да предвиди и да се бори срещу природните стихии. Като резултат от проливните дъждове са високите количества отнесена почва, а липсата на растителност обуславя и проявата на силни ветрове. Добре развита естествена растителна покривка на почвата е в състояние да предотврати появата на ерозия дори, когато останалите условия са напълно благоприятни за ерозионни процеси (Станев, 1979). Проявата на ветрова ерозия е силно зависима от растителността, от количеството на влага в почвата и не на последно място от силата на вятъра.

В различните периоди от развитието на човека, влиянието му е било в зависимост от неговите нужди. В последните години се обръща внимание на факта, че има засилено търсене на обработваема земя. Това води до изсичане на площи с

горска растителност и храсти. В периодите без растителна покривка почвата е незащитена и бива подложена на различни влияния.

Целта на статията е да представи оценки за степента на податливост на почвата към дефлация за територията на землището на гр. Тръстеник, обл. Плевен.

Материали и методи

За оценката на податливостта към дефлация на почвите на територията на землището на гр. Тръстеник, област Плевен, са използвани почвено-картографски проучвания през месеците септември и октомври върху топографска карта в М 1:10 000. (Почвена характеристика на земите в землището на ТКЗС Тръстеник, окр. Плевенски, М 1:10 000). Моделът за интензитета на ветровата ерозия във функция от факторите ѝ е разработен в САЩ за целите на противоерозионното проектиране (Woodruff and Siddoway, 1965; Skidmore and Hagen, 1970) и е известен като Уравнение за прогнозиране на почвените загуби от ветрова ерозия (Wind Erosion Equation – WEQ):

$E=f(I \times K \times C \times L \times V)$, където

E е средногодишна потенциална загуба на почва от единица площ (t ha/y);

I е индекс за податливост на почвата към дефлация (t ha/y);

K е индекс за грапавост на повърхността;

C е климатичен фактор;

L е средна незащитена дължина на полето (m);

V е растителна покривка (kg/ha).

Податливостта на почвата към дефлация е оценена посредством прогнозните средногодишни загуби на почва от дефлация [t/ha y], изчислени във функция на механичния състав на почвата и класифициран в 5 групи (Русева и колектив, 2010): слаба ($0 <= 125$); слаба до средна ($125 <= 150$); средна ($150 <= 200$); средна до силна ($200 <= 275$); силна податливост (> 275).

Районът се намира в средната северна част на Дунавската хълмиста равнина, характеризира се с равнинен релеф и малка надморска височина. В климатично отношение спада към Дунавската климатична зона с ясно изразен преходно-континентален характер – горещо лято, студена зима. Средната годишна температура е 11,4 °C. Валежите са неголеми – около 500 mm годишно, като имат максимум през късната пролет и лятото (май – юни) и минимум през февруари, който често се премества в септември. На територията има условия за развитие на земеделието, като преобладаващ отрасъл е растениевъдството – основно производство на зърнени култури. Преобладаващите ветрове са запад-северозападни. На територията има недостиг на води, а подпочвените води са на голяма дълбочина. В почвено отношение са установени 8 почвени различия (Таблица 1).

Резултати и обсъждане

Град Тръстеник е с най-голяма обработваема площ в община Долна Митрополия и брой регистрирани земеделски производители. От направените почвени проучвания са установени 8 почвени различия. Преобладават черноземите, като заемат площ от около 81хил. дка. С най-голяма площ са Карбонатни черноземи, средно мощни (около 45% от площта), а с най-малка площ са Средно излужени черноземи, средно мощни /акумулирани/ (около 0,3 %).

Почвените различия са със стойност на индекса на податливост към дефлация от 85 и 100. Това ги поставя в клас слаба податливост към дефлация ($0 <= 125$) (Фигура 1).

Таблица 1. Стойности на индекса за податливост на почвите към дефлация (фактор I)

	Почвен различие	глина	прах	пясък	I-фактор
1	Карбонатни черноземи, средно мощни	30,0	52,5	17,4	85
2	Карбонатни черноземи, мощни	29,1	56,5	14,4	85
3	Карбонатни черноземи, нееродирани и слабо еродирани	25,3	56,7	18,0	100
4	Карбонатни черноземи, слабо еродирани	25,4	57,8	16,8	100
5	Карбонатни черноземи, слабо и средно еродирани	25,0	61,9	13,1	100
6	Карбонатни черноземи, средно еродирани	15,1	70	15	100
7	Черноземи, силно еродирани	26,9	57,4	15,8	100
8	Средно излужени черноземи, мощни акумулирани	33,1	57,5	9,4	85



Фигура 1. Карта на податливостта на почвите към дефлация

Заклучение

Територията на гр. Тръстеник се характеризира с равнинен релеф. В климатично отношение попада към умерено-континенталния климат с горещо лято и студена зима. По отношение на водни запаси, територията е бедна, а подпочвените води са на голяма дълбочина. Установени са 8 почвени различия, които попадат в клас със слаба степен на податливост към дефлация ($0 \geq 125$). Всички тези характеристики предполагат благоприятни условия за развитие на земеделието, и в частност зърнопроизводството.

Литература

- Rousseva S., L Lozanova, D Nekova, V Stefanova, Djodjov Ch, E Tsvetkova, I Malinov, V Kroumov, S Chehlarova-Simeonova. 2010. Soil erosion risk in Bulgaria and recommendations for soil protective use of agricultural land. Part I: Northern Bulgaria (304 pp). PublishSaiSet-Eco. Sofia.
- Skidmore, E. L. and L. J. Hagen. 1970. Evapotranspiration and the aerial environment as influenced by windbreaks. Great Plains Agr. Council Pub., 50, 339-368.
- Soil characteristics of the lands in the town of Trustenik, Plevna district, M1:10 000. Institute of Soil Science and Yield Programming "N. Pushkarov". Sofia
- Stanev I. 1979. Soil erosion and its control. Darzhavno izdatelstvo "Tehnika". Sofia.
- Woodruff, N. P. and F. H. Siddoway. 1965. A wind erosion equation. Soil Sc. Soc. Am. Proc., 29(5), 602-608.

EFFECT OF NITROGEN AND MAGNESIUM FERTILIZER ON NITRATE ACCUMULATION IN THE PLANT PARTS OF POTATO (*Solanum tuberosum*) VARIETY SPUNTA

Christos Paschalidis^{1*}, Victor Kavvadias², Stavros Sotiropoulos¹, Antonia Koriki¹

¹ *University of Peloponnese, School of Agriculture and Food, Antikalamos,
Kalamata, Greece*

² *Hellenic Agricultural Organization-DIMITRA Institute of Soil and Water Resources,
Department of Soil Science, Athens, Lykovrysi, Attica.*

**e-mail: chpaschal46@yahoo.gr*

Abstract

In the region of Messinia (Greece), potato cultivation occupies the one fifth in the total potato production in Greece. In an experimental field established in the area of Marathoupolis-Kyparissia, (Messinia-Greece), the effect of nitrogen and magnesium fertilization on the accumulation of NO_3^- in the plant parts of the potato (*solanum tuberosum*) variety Spunta was studied. The experimental design was completely randomized groups with the following treatments: (1) control (no fertilization), (2) $\text{N}_0\text{P}_{15}\text{K}_{25}$, (no N), (3) $\text{N}_{12}\text{P}_{15}\text{K}_{25}$, (4) $\text{N}_{24}\text{P}_{15}\text{K}_{25}$, (5) $\text{N}_{36}\text{P}_{15}\text{K}_{25}$, (6) $\text{N}_{24}\text{P}_{15}\text{K}_{25}\text{Mg}_{10}$, (7) $\text{N}_{36}\text{P}_{15}\text{K}_{25}\text{Mg}_{10}$, (8) $\text{N}_{24}\text{P}_{15}\text{K}_{25}\text{Mg}_{20}$, (9) $\text{N}_{36}\text{P}_{15}\text{K}_{25}\text{Mg}_{20}$. The numerical coefficients express the amounts of fertilizer units added in kilograms per acre to the potato crop. The experimental plots were $4\text{m} \times 12\text{m} = 48\text{ m}^2$ with six lines from which the 4 inner ones were harvested. The results showed that adding N to the soil increased the concentration of N in leaves and tubers compared to fertilization without N, while fertilization with Mg decreased the concentration of N in plant parts. Additionally, the effect of the fertilization treatments on nitrogen concentrations of plant parts and potato above ground part dry weight are evaluated.

Key words: potato, fertilization, soil, dry weight.

Introduction

The potato crop responds spectacularly to nitrogen fertilization, especially in sandy soils but this response varies, depending on the climatic conditions and the location of the crop (Beilanger et al. 2000). At the same time, nitrogenous fertilizers are the main cause of high NO_3^- concentrations in potatoes, and high doses of N increase the number of unmarketable tubers and delay their maturation. Potato is also usually cultivated in slightly acidic soils where Mg has been leached from the surface layer. This phenomenon is particularly pronounced in the area of Kyparissia due to the high rainfall (the average annual rainfall amounts to approximately 800 mm), the large irrigation doses over a number of years as well as the competition from the large amounts of potassium and nitrogen applied. The excessive use of nitrogen fertilizers results in a high concentrations of nitrates in the groundwater. Based on the above, it was considered interesting to investigate in this area, the effect of nitrogen and magnesium fertilization on the potato plant, total N and NO_3^- concentrations in potato leaves, leaf stems and tubers.

Materials and Methods

A two-year experimental field was established in the Kyparissia area of the Prefecture of Messinia. Before installing the experiment, soil samples were taken from depth 0-40cm. The experimental design was of completely randomized groups with 4 replications and with the following treatments:

- (1) Control (no fertilization)
- (2) (2) N0P15K25 (without nitrogen)
- (3) (3) N12 P15K25
- (4) (4) N24 P15K25
- (5) (5) N36 P15K25
- (6) (6) N24P15K25+10MgO
- (7) (7) N36P15K25+20MgO
- (8) (8) N24P15K25+10MgO
- (9) (9) N36P15K25+20MgO.

Numerical coefficients express the amounts of fertilizer units added in kilograms per acre to the potato crop. The levels of P_2O_5 and K_2O were kept constant at 15 and 25 Kg/acre respectively. The fertilizers used during basic fertilization were: 11-15-15, 0-20-0, 0-0-50 and magnesium sulfate (22% MgO). Basic fertilization was carried out before planting, where the entire amount of phosphorus, potassium and 11 nitrogen fertilizer units were added. The fertilizers of each experimental plot were spread evenly by hand over the entire surface of the plot and immediately incorporated with a tractor tiller to a depth of 0-15 cm. The rest of the nitrogen was applied in two doses at the seedling stage and before flowering using the 34-0-0 fertilizer, followed by irrigation.

Each experimental plot was 4m x 12m (48m²) with six lines spaced 70cm apart, of which the middle four were harvested. Plants on the line were approximately 0.30 cm apart. The experimental plots were 1.5 m apart. Planting was done with medium-sized seed potatoes (40-50mm), after first being cut in two, while harvesting was done approximately 111 days after planting. Irrigations were carried out by artificial rain with a sprinkler system. In the experimental field, all the necessary cultivation cares were applied, which ensured excellent plant growth conditions.

At harvest, plant tissue samples and four plants were taken from each experimental plot. Each plant was divided into tubers and above ground parts. Plant tissues were washed with tap water and deionized water, drained and weighed to determine their fresh weight. They were then dried in an oven at 75°C for 48 hours and then weighed to determine the dry weight. Soil samples were air-dried, crushed and sieved, and stored. Laboratory analyzes were performed according to the internationally accepted methods of SSSA (Page, 1982) and soil texture was determined by Bouyoucos method, pH and electrical conductivity (EC) electrometrically in a saturation extract, organic matter by the Walkley-Black method, soil nitrogen with the Kjeldahl method, $CaCO_3$ with a Bernard calcimeter, available P with the Olsen method, exchangeable cations after extraction with 1 M CH_3COONH_4 at pH 7, nitrate determination in dry plant tissue with the Catalado method, and determination of total nitrogen by the Kjeldahl method (Bouyoucos, 1962; Page et al., 1982; SSSA, 1990; Okalebo et al., 2002). Statistical analysis was carried out with the SPSS statistical program and included analysis of variance (ANOVA) using Duncan's test.

Results and Discussion

The soil of the experimental field was sandy loam (SL), slightly acidic pH (6.4), with an electrical conductivity of 584 $\mu S/cm^3$, with a low content of $CaCO_3$ (0.17 %), poor in organic matter (0.62%), very poor in N (0.06%), supersufficient in P (Olsen) (78 ppm), well supplied in exchangeable K (0.70 meq/100g) and moderate in exchangeable Mg (1.33 meq/100g).

The addition of N to the soil increased the concentration of N in the leaves of the potato crop compared to fertilization treatment without N. The concentrations of N in the leaves varied within normal levels. In N and Mg higher doses (N36P15K25+Mg20), were recorded significant reduced N leaf concentrations compared to N36P15K25 treatment.

The highest significant value of the concentration of N in the leaves is observed in the N36P15K25 treatment (Table 1).

Table 1. Effect of N-based and Mg-based fertilization on the concentration of N (% w/w d.w. **) in the leaves of potato cultivar spunda during harvest period

Treatments	N
N0P0K0	5.41d*
N0P15K25	5.79cd
N12P15K25	5.73cd
N24P15K25	5.44d
N36P15K25	7.82a
N24 P15K25 +Mg10	6.37b
N36 P15K25+Mg10	6.01bc
N24P15K25+Mg20	6.51b
N36P15K25+Mg20	5.96bc

*Duncan P<0.05. **dry weight

In N and Mg higher doses (N36P15K25+Mg20) and in N36 P15K25+Mg10 treatments are recorded the highest significant concentrations in potato tubers at the harvest period (Table 2).

Table 2. Effect of N-based and Mg-based fertilization on the concentration of N (% w/w d.w. **) in the tubers of potato cultivar spunda during harvest period

Treatments	N
N0P0K0	3.95b
N 0P15K25	3.48c
N12P15K25	3.91b
N24P15K25	3.51c
N36P15K25	3.83b
N24 P15K25 +Mg10	3.40c
N36 P15K25+Mg10	4.49a
N24P15K25+Mg20	3.54c
N36P15K25+Mg20	4.55a

*Duncan P<0.05. ** dry weight

During the harvest period, the highest significant concentrations of NO₃ in the leaves were found in the N24P15K25 treatment (2325 ppm f.w.) followed by the nitrogen-magnesium N36P15K25+Mg20 and N24P15K25+Mg20 treatments (Table 3).

Table 3. Effect of N-based and Mg-based fertilization on the concentration of NO₃ (ppm f.w. **) in the leaves of potato cultivar spunda during harvest period

Treatments	NO ₃
N0P0K0	382d
N0P15K25	209e
N12P15K25	771c
N24P15K25	2325a
N36P15K25	782c
N24 P15K25 +Mg10	534c
N36 P15K25+Mg10	686c
N24P15K25+Mg20	1116b
N36P15K25+Mg20	1313b

*Duncan P<0.05. **fresh weight

The highest significant NO₃ concentration in the leaf stems is shown in the N36P15K25+Mg20 treatment (2299 ppm f. w.). The next most significant value of NO₃ concentration in leaf stems is observed in treatment N12P15K25 (1955 ppm f. w.) (Table 4).

Table 4. Effect of N-based and Mg-based fertilization on the concentration of NO₃ (ppm f.w. **) in the leaf stems of potato cultivar spunda during harvest period

Treatments	NO ₃
N0P0K0	746f
N0P15K25	901e
N12P15K25	1955b
N24P15K25	1122d
N36P15K25	1322d
N24 P15K25 +Mg10	1251d
N36 P15K25+Mg10	1557c
N24P15K25+Mg20	1016de
N36P15K25+Mg20	2299a

*Duncan P<0.05. **fresh weight

It is observed that the concentrations of NO₃ in the tubers were significantly increased by the increased addition of N in the treatments N36P15K25+Mg20, N36P15K25, with the highest significant value being recorded in the one with the increased addition of magnesium treatment N36P15K25 (Table 5).

Table 5. Effect of N-based and Mg-based fertilization on the concentration of NO₃ (ppm f.w. **) in the tubers of potato cultivar spunda during harvest period

Treatments	NO ₃
N0P0K0	284e
N0P15K25	254e
N12P15K25	482c
N24P15K25	266e
N36P15K25	539b
N24 P15K25 +Mg10	347d
N36 P15K25+Mg10	442c
N24P15K25+Mg20	453c
N36P15K25+Mg20	804a

*Duncan P<0.05. **fresh weight

Higher dose of N favors significantly aboveground above ground dry plant biomass as seen in treatments N36 P15K25+Mg10, N36P15K25, contrary to N24P15K25+Mg20, N36P15K25+Mg20 and N24 P15K25 +Mg10 treatments showing the significant N-Mg interaction on dry biomass production (Table 6) .

Table 6. Effect of N-based and Mg-based fertilization on the concentration of above ground dry weight (g) of potato cultivar spunda during harvest period

Treatments	Above ground dry weight
N0P0K0	3.88f
N0P15K25	6.98e
N12P15K25	11.31d
N24P15K25	17.61c
N36P15K25	28.67a
N24 P15K25 +Mg10	14.93cd
N36 P15K25+Mg10	30,98a
N24P15K25+Mg20	23.06b
N36P15K25+Mg20	23,81b

From the above, the competitive relationship in nitrogen absorption between leaves and tubers is recorded.

Conclusion

Nitrogen fertilization increased the concentration of N in leaves and tubers.

In the treatments with N and Mg, the high dose of Mg reduces the concentration of N in the leaves, while in the tubers is increased.

The highest concentrations of NO₃ in tubers were recorded on N36P15K25+Mg20, N36P15K25 treatments, in leaves in N24P15K25 and in leaf stems in N36P15K25+Mg20 treatments.

The highest significant production of aboveground dry biomass was observed in the treatments with the highest dose of N and Mg fertilizer treatments N36P15K25+Mg20 and N36P15K25 treatments.

A competitive relationship is observed in nitrogen absorption between leaves and tubers.

References

- Bellanger, G., R. Wals, J.E Richards, P. H. Milburn and N.Ziadi.2000: Yield response of two potato cultivars to supplemental irrigation and N fertilization in New Brunswick.Am J,Potato Res 77.(11- 21)
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. Agronomy Journal, 54, 464-465.
- Okalebo, J. R., Gathua, K. W. & Woomer, P. L. 2002. Laboratory Methods of Soil and Plant Analysis: A Working Manual. Nairobi, Kenya.
- Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. In Soil Science Society of America, Vol. 1159.
- SSSA. 1990. Soil Testing and Plant Analysis, Book: Series 3. Soil Science Society of America.

EFFECT OF FERTILIZER TREATMENTS ON THE NUTRITION OF YOUNG OLIVE TREES IN CALCAREOUS AND NON-CALCAREOUS SOIL SUBSTRATES

Stavros Sotiropoulos¹, Christos Chatzisavvidis², Ioannis E. Papadakis³, Victor Kavvadias⁴, Christos Paschalidis^{1*}, Chrysovalantou Antonopoulou², Antonia Koriki¹

¹ *University of Peloponnese, School of Agriculture and Food, Antikalamos, Kalamata, Greece*

² *Democritus University of Thrace, Department of Agricultural Development, Orestiada, Greece*

³ *Agricultural University of Athens, School of Plant Sciences, Department of Plant Production Science, Athens, Greece*

⁴ *Hellenic Agricultural Organization-DIMITRA, Institute of Soil and Water Resources, Department of Soil Science, Athens, Lykovrysi, Attica, Greece.*

**e-mail: chpaschal46@yahoo.gr*

Abstract

In the present research, the effect of a commercial liquid preparation was studied on young potted and irrigated olive trees, in comparison and combination with the usual fertilizing treatments in two soil types, non-calcareous (AC) and calcareous (AL). The preparation is a concentrated natural activator containing 26% (w/v) humic and fulvic acids. The nutritional status of the young olive trees in the experimental containers was assessed. Fertilizer treatments and soil type affected the concentration of nitrogen, potassium, calcium, magnesium and boron in the leaves of young olive trees. The concentration of phosphorus in the leaves fluctuated at sufficient levels throughout the examined three years.

Key words: soil, olive tree, fertilization, biostimulator, plant nutrition.

Introduction

The use of organic preparations that act as biostimulators, both from soil and foliar, has been of particular interest in recent years. The use of these preparations through the soil and foliarly affects positively in plant nutrition.

Materials and Methods

The experiment was conducted in the three years 2019-2021 in potted young olive trees, in an outdoor protected area of the Department of Agriculture of the University of Peloponnese in Antikalamos, Kalamata, Greece. Fertilizer treatments were applied through soil to young olive trees in 12 L pots. Treatments were applied to two soil types, an acidic-non-calcareous (AC) and a calcareous-alkaline (AL), using inorganic fertilizers and the commercial liquid formulation (Strong 26). It is a liquid concentrated natural activator that contains 26% (w/v) humic and fulvic acids and it is rich in macro and trace elements (K, N, Ca, Mg, Fe, S, Mn, Zn, Cu, B, Mo, etc.). This formulation as well as the other fertilizers were applied through soil as follows:

AC1, AL1. Control, no treatment.

AC2, AL2. Nitrogen fertilization (5 g N/pot).

AC3, AL3. Nitrogen fertilization (5 g N/pot) and 1 application with the formulation (1.66 mL/kg soil) at petal fall.

AC4, AL4. Nitrogen fertilization (5 g N/pot) and 2 applications with the formulation at petal fall and 20 days after petal fall.

AC5, AL5. Nitrogen fertilization (5 g N/pot) and 3 applications with the formulation, at the fall of the petals, 20 and 40 days after the fall of the petals.

AC6, AL6. Nitrogen fertilization (5 g N/ plant pot) and potassium fertilization with 2.5 g K₂O / pot.

AC7, AL7. Nitrogen fertilization (5 g N/ plant pot) and potassium fertilization with 5 g K₂O/ pot.

In the plant containers, the formulation applied through soil was a total of 20 mL/pot (12 Kg soil/pot). Fertilizations were also applied on January 20, 2019, 2020 and 2021 and the types of nitrogen fertilizers calcium ammonium nitrate (26-0-0) and ammonium sulphate (21-0-0) were used for the acidic (AC) and calcareous-alkaline soil (AL) respectively, while for potassium fertilization potassium sulfate (0-0-50) was applied in both soil types. Before applying the fertilizers, at the beginning of December each year, soil samples of the substrates were taken to determine their physicochemical characteristics. Water with a pH of 7.5 and an EC of 520 µS/cm was used to irrigate the substrates. Soil texture was determined by the Bouyoucos method, pH and electrical conductivity (EC) were measured in paste extract with a pH/EC meter, total CaCO₃ was determined by the Bernard method, organic matter by the Walkey-Black method, while the cation exchange capacity (CEC) by the CH₃COONH₄ method. Total soil N was determined by the Kjeldahl method, available P by the Olsen method, exchangeable K, Ca and Mg were determined after extraction by adding ammonium acetate to the substrate, shaking the mixture followed by centrifugation. K, Ca and Mg, as well as available trace metals were determined using atomic absorption spectrophotometry. Finally, the available B content of the soils was extracted with hot 0.02M CaCl₂ solution and estimated spectrophotometrically by the azomethine-H procedure (Bouyoucos, 1962; Page et al., 1982; SSSA, 1990; Okalebo et al., 2002). The leaf samples were collected from the middle part of the olive shoots. Diagnostic leaf analysis was performed according to internationally accepted methods. The leaf samples, after being washed with deionized water, 0.001% HCl, were then dried at 70°C, ground and finally burned at a temperature of 500°C for 10–12 h (Soltanpour et al. 1998). Their ash was diluted in a 1:1 v/v HCl/H₂O solution. Leaf samples were analyzed for total N, P, K, Ca, Mg and B. N was determined by the Kjeldahl method, phosphorus was determined by the vanadium molybdophosphate yellow method, K, Ca, Mg by atomic absorption spectrophotometry and B by azomethine-H method (Jones et al., 1991; Okalebo et al., 2002). The experimental design used was completely randomized, fifty-six (56) plant pots in total, with four replications, i.e. 4X7=28 plant pots per soil type. Statistical analysis was carried out with the SPSS statistical program and included analysis of variance (ANOVA) using Duncan's test.

Results and Discussion

Soil physicochemical parameters before the experiment

Table 1. Physicochemical characteristics in the soils of the experiments in 2018

Depth (cm)	Soil texture*	EC (µS/cm)	pH	CaCO ₃ (% w/w)	Organic matter (% w/w)	Water saturation (% w/w)	Bulk density (% g/cm ³)	C.E.C. (meq/100 g)
AC								
0-30	SL	100	6.58	0.03	2.00	35	1.28	25.2
30-60	SL	282	6.60	0.03	0.80	44	-	28.9
60-90	SCL	150	6.42	0.01	0.82	62	-	31.8
AL								
0-30	SL	92	7.90	33.0	2.06	47	1.18	27.1
30-60	SC	150	8.00	35.7	0.79	60	-	29.9
60-90	C	150	7.90	37.5	0.73	65	-	32.4

* S=Sand, C=Clay, L=Loam

Table 2. Concentrations of macronutrients and B in the soils of the experiments in 2018

Depth (cm)	Total N (% w/w)	Available P-Olsen (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	Exchangeable Ca (mg/kg)	Exchangeable Mg (mg/kg)	Available B (mg/kg)
AC						
0-30	0.11	17	147	2793	59	0.41
30-60	0.05	13	126	2930	92	0.32
60-90	0.04	12	93	3486	101	0.22
AL						
0-30	0.06	14	82	4736	52	0.36
30-60	0.06	15	71	4830	54	0.25
60-90	0.06	13	70	4840	55	0.21

The two soil types AC and AL, which formed the soil substrates of the experimental plant pots, presented the above soil parametric values before the applications of the treatments (in December 2018) (Tables 1, 2).

Low levels of K, N concentrations are recorded in AL substrates, as well as Mg, B in both soil types.

Nitrogen concentration in leaves of young olive trees

In the AC plant pots, the majority of the values of N concentration in the leaves for the years 2019 and 2020 range at low levels (< 1%) and below the sufficiency levels (<1.5%), while in 2021 they range at higher levels, but below proficiency levels with the exception of AC6 (Figure 1).

In AL pots, the majority of N concentration values in the leaves for the years 2019 and 2020 are low and below the sufficiency levels (< 1.5 %), with the exception of AL5 (limit value shown in August 2020 and in AL4) as well as in 2021 with the exception of AL7 and AL3 (December) and with marginal values in the examined months in AL2 (figure 1).

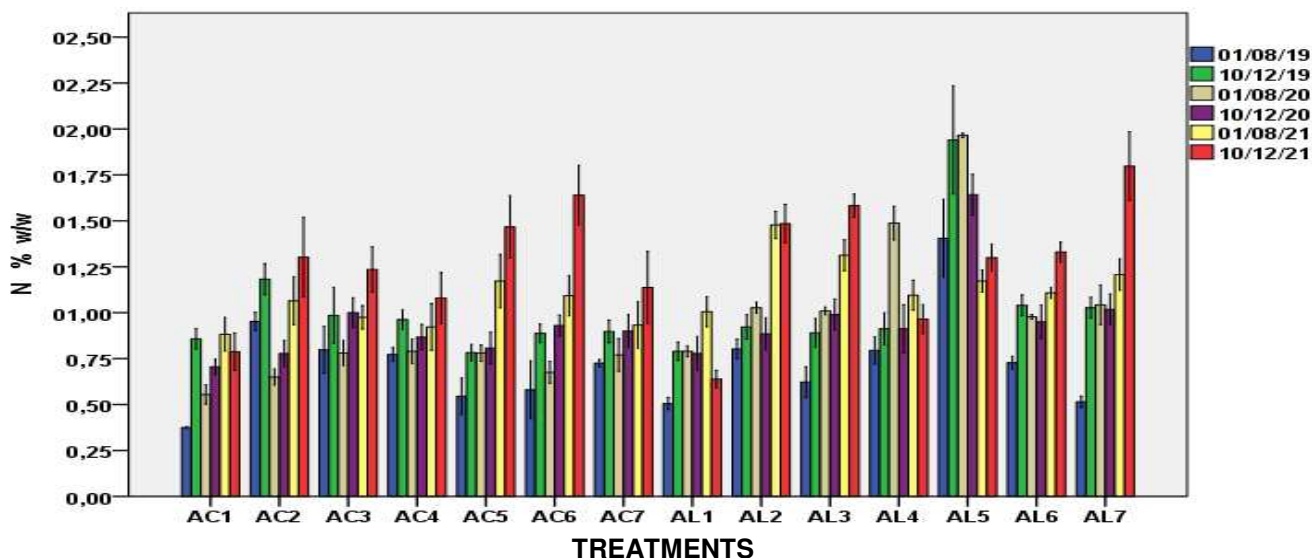


Figure 1. Effect of treatments on nitrogen concentrations in the leaves of olive trees for the three years 2019-2021

Phosphorus concentration in leaves of young olive trees

All P concentration values for the considered three-year period 2019-2021 range in adequacy levels in both soil types ($\geq 0.1\%$, Figure 2).

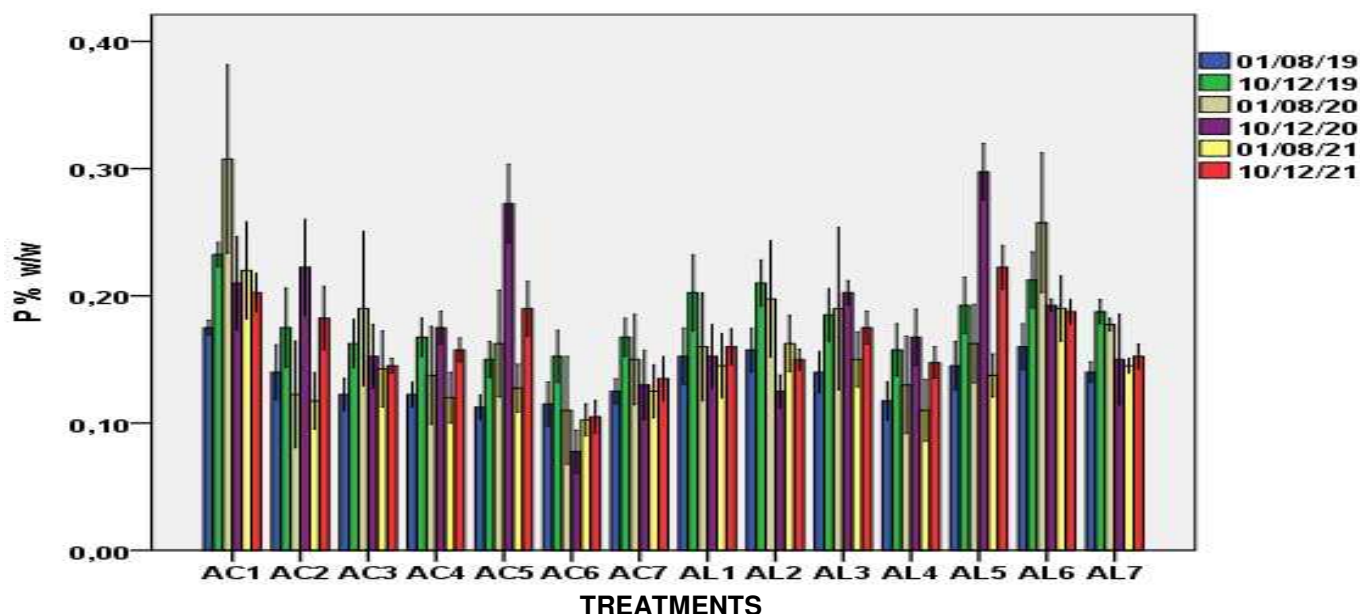


Figure 2. Effect of treatments on phosphorus concentrations in the leaves of olive trees for the three years 2019-2021

Potassium concentration in leaves of young olive trees

In 2019, K concentration values in December range low below the sufficiency limits (<0.91%) in all treatments and both soil types, while in December 2020 they still range low and below the sufficiency limits in the treatments AC1, AC2, AC3 and marginally low in AC6 and AL1. In August for the biennium 2019-2020, the values range at adequate levels with the exception of AC4 in 2020. Finally in 2021 both in August and December the K concentration values range at low levels (<0.91%) except for AC4 (> 1%) and AL5 (supersufficient levels >1.20%), both in August and December (Figure 3).

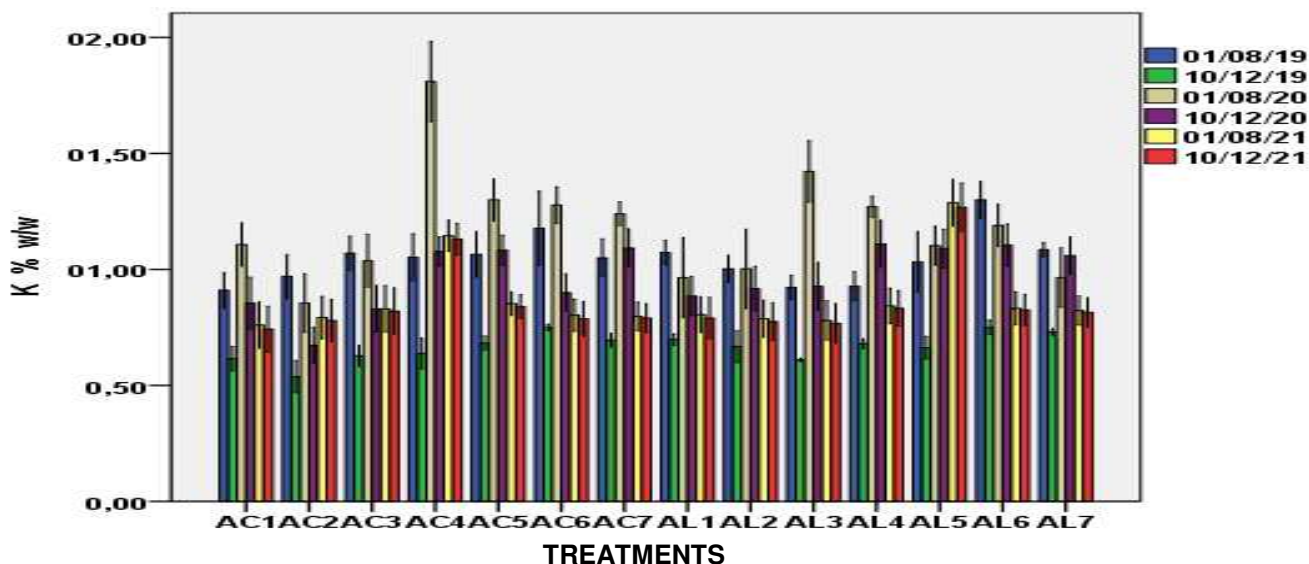


Figure 3. Effect of treatments on potassium concentrations in the leaves of olive trees for the three years 2019-2021

Calcium concentration in leaves of young olive trees

In 2019, the values of Ca concentration in August range at marginal levels of sufficiency, and in December at levels above the limits of sufficiency (>1.01 %) in all

treatments and both soil types with the exception of AC1. In 2020 they range low and below the adequacy limits in AC treatments in both months examined with the exception of AC7 in December. On the contrary in the AL plant treatments for the same year and in 2021 (to a lesser extent), the Ca concentration values are high and above the sufficiency limits both in August and December and significantly increased compared to the AC plant treatments. Finally, in AC pots in December of 2021, the treatments AC2, AC3, AC5 and AC7 range in acceptable concentrations (Figures 4).

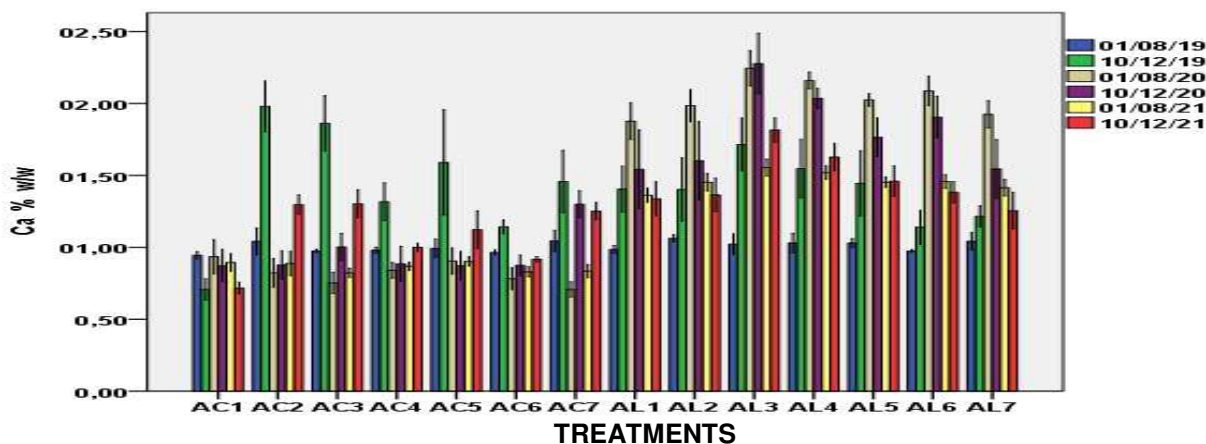


Figure 4. Effect of treatments on calcium concentrations in the leaves of olive trees for the three years 2019-2021

Magnesium concentration in leaves of young olive trees

In August, the concentration of magnesium in the leaves of olive trees fluctuates at low levels below the sufficiency limits, throughout the three years (minimum sufficiency limit 0.21%) in both soil types. Although an increase in concentrations is observed in December throughout the three years in both soil types, the concentration in AC treatments remains low at insufficient levels, while the increase in AL treatments is recorded higher at sufficient or marginal levels of adequacy (Figure 5).

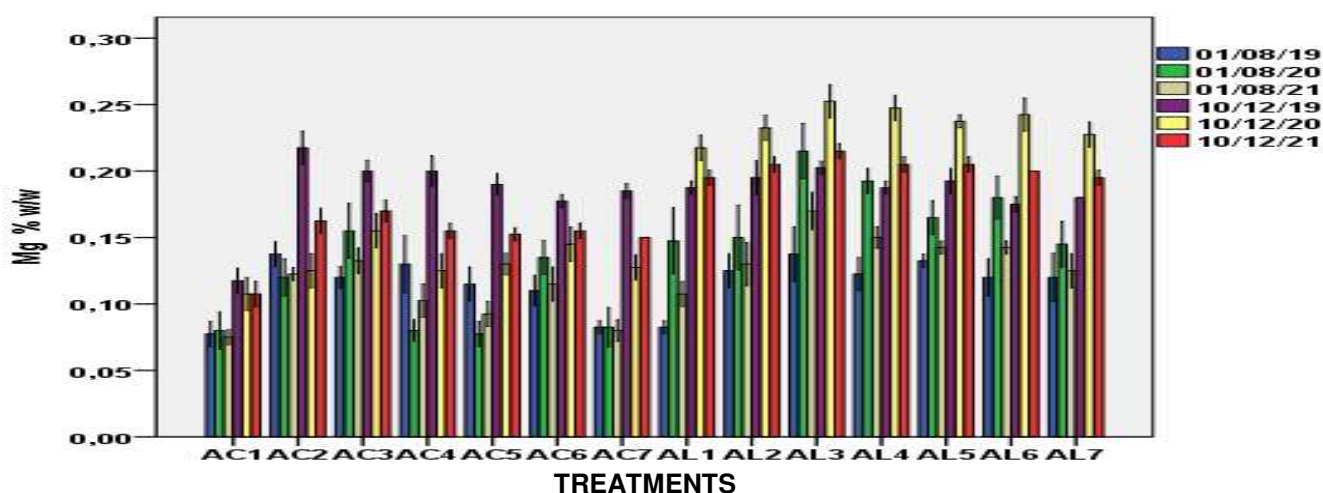


Figure 5. Effect of treatments on magnesium concentrations in the leaves of olive trees for the three years 2019-2021

Boron concentration in leaves of young olive trees

Concentration B values generally range at sufficiency or marginal sufficiency levels (≥ 20 ppm) with the exceptions of AC1 and AC7 in August 2019, AL1 and AL2 in August 2020, AC1, AL3, AL4, AL6 and AL7 in December of the same year and AC1 in 2021 (Figure 6).

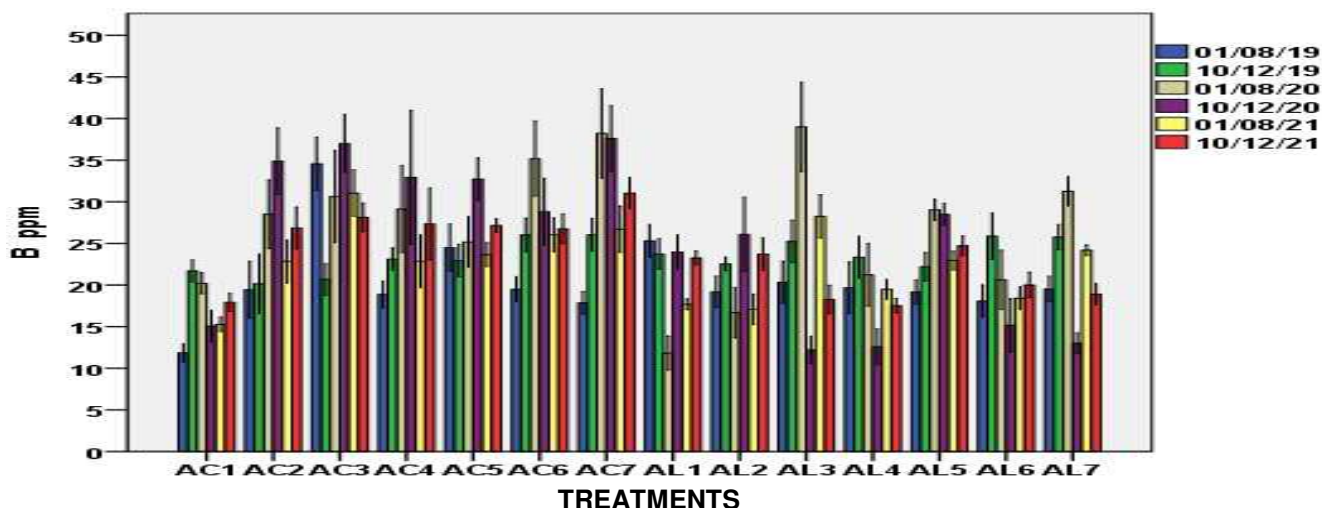


Figure 6. Effect of treatments on boron concentrations in the leaves of olive trees for the three years 2019-2021

Conclusion

In conclusion, the concentrations of nutrients in the leaves of young olive trees throughout the examined three years, are recorded as follows:

Nitrogen concentrations range at adequate levels in AL5 is observed in December throughout the three years.

Phosphorus concentrations values range in adequacy levels in both soil types

Potassium sufficiency is recorded in the AC4 and AL5 treatments in 2021, at the end of the three-year experimental period.

Calcium concentrations range from relatively adequate to super-adequate levels in the AL treatments throughout the examined three years.

It is observed in December throughout the three years an increase in magnesium concentrations in both soil types, but the concentrations in AC treatments remain low at insufficient levels, while the increases in AL treatments are recorded higher and range at sufficient or marginal levels of adequacy.

Boron concentrations generally range at sufficiency or marginal sufficiency levels, but clear sufficiency levels are recorded in 2021 in all treatments except the control of AC pot.

References

- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. *Agronomy Journal*, 54, 464-465.
- Okalebo, J. R., Gathua, K. W. & Woomer, P. L. 2002. *Laboratory Methods of Soil and Plant Analysis: A Working Manual*. Nairobi, Kenya.
- Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1982. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy. In *Soil Science Society of America*, Vol. 1159.
- SSSA. 1990. *Soil Testing and Plant Analysis*, Book: Series 3. Soil Science Society of America.

EFFECT OF FERTILIZER TREATMENTS ON CALCAREOUS AND NON-CALCAREOUS SOIL SUBSTRATES

Stavros Sotiropoulos¹, Christos Chatzisavvidis², Ioannis E. Papadakis³, Victor Kavvadias⁴, Christos Paschalidis^{1*}, Chrysovalantou Antonopoulou², Sotirios Kyriakopoulos¹

¹*University of Peloponnese, School of Agriculture and Food, Antikalamos, Kalamata, Greece*

²*Democritus University of Thrace, Department of Agricultural Development, Orestiada, Greece*

³*Agricultural University of Athens, School of Plant Sciences, Department of Plant Production Science, Athens, Greece*

⁴*Hellenic Agricultural Organization-DIMITRA, Institute of Soil and Water Resources, Department of Soil Science, Athens, Lykovrysi, Attica, Greece*

**e-mail: chpaschal46@yahoo.gr*

Abstract

In the present work, the effect of a commercial liquid formulation (Strong 26) on the soil substrate of potted young and irrigated olive trees was studied, in comparison with the usual fertilizer treatments in two soil types, acidic and calcareous. The preparation is a liquid concentrated natural activator containing 26% (w/v) humic and fulvic acids. The pH of the substrate was maintained at approximately the same basic values in the calcareous (AL), while in the acidic soil (AC) was increased, especially in the control due to the basic pH of the irrigation water. An increase in salinity was recorded in the treatments in both soil types, especially in those with the administration of the organic formulation, with a greater increase and values in the calcareous substrate, with an increase in the organic substance in the acid in the second year, while in the calcareous soil, the increased values was observed from the first year. At the same time, the equivalent calcium carbonate was not affected by the fertilizer treatments in both soil types.

Key words: soil, substrate, fertilization, biostimulator.

Introduction

The fertilizer treatment, in addition to the concentration of nutrients, also affects the physicochemical parameters in the soil. The use of organic preparations that act as biostimulators, both from soil and foliar, has been of particular interest in recent years. The use of these preparations through the soil affects the soil environment positively in plant nutrition. The aim was studied the effect of a commercial liquid formulation (Strong 26) on the soil substrate of potted young and irrigated olive trees, in comparison with the usual fertilizer treatments in two soil types, acidic and calcareous.

Materials and Methods

The experiment was conducted in the three years 2019-2021 in potted young olive trees, in an outdoor protected area of the Department of Agriculture of the University of Peloponnese in Antikalamos, Kalamata, Greece. Fertilizer treatments were applied through the soil to young olive trees in 12 L pots. Treatments were applied to two soil types, an acidic-non-calcareous (AC) and a calcareous-alkaline (AL), using inorganic fertilizers and the commercial liquid formulation (Strong 26). It is a liquid concentrated natural activator that contains 26% (w/v) humic and fulvic acids and it is rich in macro and

trace elements (K, N, Ca, Mg, Fe, S, Mn, Zn, Cu, B, Mo, etc.). This formulation as well as the other fertilizers were applied through soil as follows:

AC1, AL1. Control, no treatment.

AC2, AL2. Nitrogen fertilization (5 g N/pot).

AC3, AL3. Nitrogen fertilization (5 g N/pot) and 1 application with the formulation (1.66 mL/kg soil) at petal fall.

AC4, AL4. Nitrogen fertilization (5 g N/pot) and 2 applications with the formulation at petal fall and 20 days after petal fall.

AC5, AL5. Nitrogen fertilization (5 g N/pot) and 3 applications with the formulation, at the fall of the petals, 20 and 40 days after the fall of the petals.

AC6, AL6. Nitrogen fertilization (5 g N/ plant pot) and potassium fertilization with 2.5 g K₂O / pot.

AC7, AL7. Nitrogen fertilization (5 g N/ plant pot) and potassium fertilization with 5 g K₂O/ pot.

In the plant containers, the formulation applied through soil was a total of 20 ml/ pot (12 kg soil/ pot). Fertilizations were also applied on January 20, 2019, 2020 and 2021 and the types of nitrogen fertilizers calcium ammonium nitrate (26-0-0) and ammonium sulphate (21-0-0) were used for the acidic (AC) and calcareous-alkaline soil (AL) respectively, while for potassium fertilization potassium sulfate (0-0-50) was applied in both soil types. Before applying the fertilizers, at the beginning of December each year, soil samples of the substrates were taken to determine their physicochemical characteristics. Water with a pH of 7.5 and an EC of 520 µS/cm was used to irrigate the substrates. Soil texture was determined by the Bouyoucos method, pH and electrical conductivity (EC) were measured in paste extract with a pH/EC meter, total CaCO₃ was determined by the Bernard method, organic matter by the Walkey-Black method, while the cation exchange capacity (CEC) by the CH₃COONH₄ method (Bouyoucos, 1962; Page et al., 1982; SSSA, 1990; Okalebo et al., 2002). The experimental design used was completely randomized, fifty-six (56) plant pots in total, with four replications, i.e. 4X7=28 plant pots per soil type. Statistical analysis was performed with the SPSS statistical program and included analysis of variance (ANOVA) using Duncan's test.

Results and Discussion

Soil physicochemical parameters before and after the experiment

The two soil types AC and AL, which formed the soil substrates of the experimental plant pots, presented the following parametric values before and after the applications of the treatments (in December 2018 and 2021) (Tables 1, 2).

Table 1. Physicochemical characteristics in the soils of the experiments in 2018

Depth (cm)	Soil texture*	EC (µS/cm)	pH	CaCO ₃ (% w/w)	Organic matter (% w/w)	Water-saturation (% w/w)	Bulk density (% g/cm ³)	C.E.C. (meq/100 g)
AC								
0-30	SL	100	6.58	0.03	2.00	35	1.28	25.2
30-60	SL	282	6.60	0.03	0.80	44	-	28.9
60-90	SCL	150	6.42	0.01	0.82	62	-	31.8
AL								
0-30	SL	92	7.90	33.0	2.06	47	1.18	27.1
30-60	SC	150	8.00	35.7	0.79	60	-	29.9
60-90	C	150	7.90	37.5	0.73	65	-	32.4

* S=Sand, C=Clay, L=Loam

Table 2. Effect of the treatments on the soil parameters of the substrates of the plant containers after the end of the three years 2019-2021

Treatments	Year	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	OM (% w/w)	CaCO_3 (% w/w)
AC1	2021	7.62b*	120j	3.50c	0.70b
AC2	2021	7.30bc	122j	3.20cd	0.68b
AC3	2021	7.12d	120j	3.20cd	0.49b
AC4	2021	6.80e	255i	3.15cd	0.52b
AC5	2021	6.75e	549f	3.22cd	0.43b
AC6	2021	6.80e	271gi	3.20cd	0.64b
AC7	2021	7.30cd	322g	3.05d	0.60b
AL1	2021	7.99a	130j	4.10ab	35.40a
AL2	2021	7.55b	598f	4.21ab	34.90a
AL3	2021	7.70b	790e	3.91b	35.10a
AL4	2021	7.4bc	1920b	4.36a	35.20a
AL5	2021	7.60b	2100a	3.98b	35.00a
AL6	2021	7.02d	1100d	3.82b	34.50a
AL7	2021	7.20cd	1246c	3.81bc	35.30a

*Duncan $P < 0.05$

Soil physicochemical parameters during the experiment

Soil pH

The soil pH is maintained at approximately the same alkaline values saturation of basic cations) in the calcareous substrates (AL), with a tendency to be reduced by the treatments due to the ammonium nitrogen (AL2) and the organic formulation (AL3, AL4, AL5), and more so in nitrogenous treatments showing the existence or creation of residual exchange acidity. In non-calcareous substrates (AC) it increases, apparently due to the alkaline pH of the irrigation water, especially in the control. In addition, in the same substrates, the tendency to increase is lower in nitrogen fertilization, and even lower in organic treatments, especially in the enhanced ones (AC4, AC5), as well as in nitrogen-potassium ones, especially in AC6. Organic treatments increase the buffering capacity of the soil substrates as a result, to maintain at approximately the same initial pH low levels. The above regarding the action of the organic formulation in both soil types could be attributed to the strengthening of the organic matter in organic structures such as carboxylic and phenolic with $\text{pK}_a=3-5$, the high saturation with alkaline cations in the calcareous substrates AL and low saturation with alkaline cations in the non calcareous substrates AC (Analogidis, 2000, Mitsios, 2004) (Tables 1, 2, Figure 1).

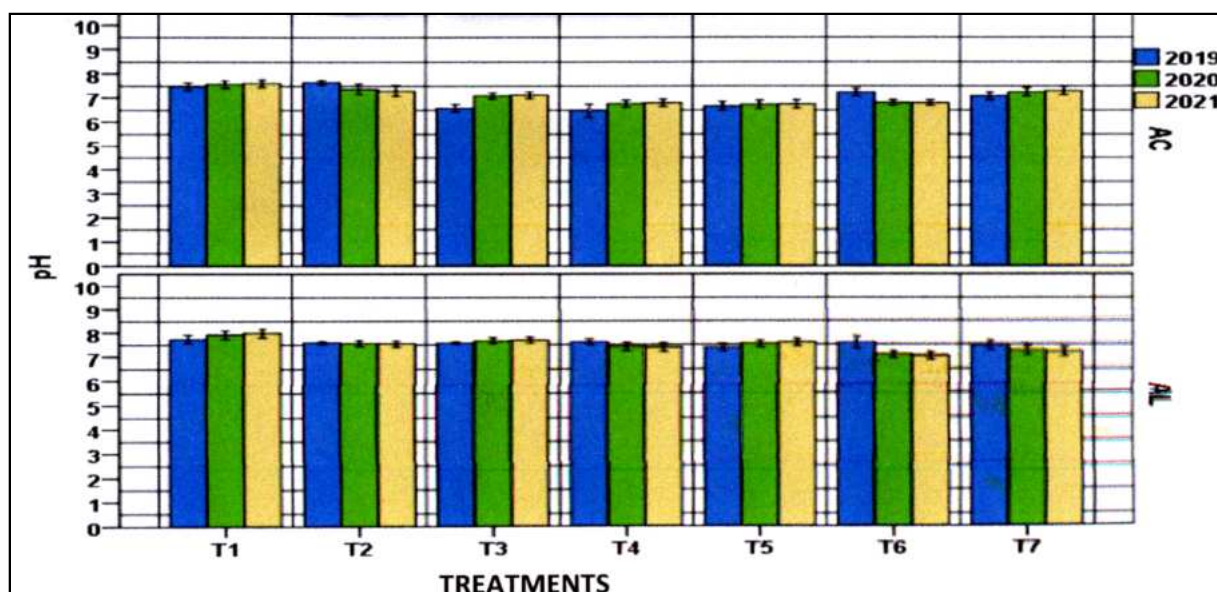


Figure 1. Effect of the treatments on the pH for the three years 2019-2021

Soil Electrical Conductivity (EC)

The values of EC in the AL substrates are recorded higher values, the increase of which are noted in all treatments, in the following order AL5> AL4 >AL7 AL6> AL3> AL2> AL1, with the highest increases observed in the enhanced organic treatments as well as in the nitrogenous to a lesser extent, while in AC the increases are noted in the nitrogenous AC1 and enhanced organic treatments AC4 and AC5 with AC5 standing out as well as AL5 (higher values for each soil type). These changes as well as the higher values in the calcareous substrates are associated with the low and high saturation of basic cations in the AC and AL substrates respectively, as well as the high difference in total calcium carbonate of the two soil types, and secondarily by the pH which is affected by the above parameters. The increase in salinity (EC) in the treatments in both soil types can also be attributed to the administration of the organic formulation, and to the quality of the irrigation water (Analogidis, 2000, Mitsios, 2004) (Tables 1, 2, Figure 2).

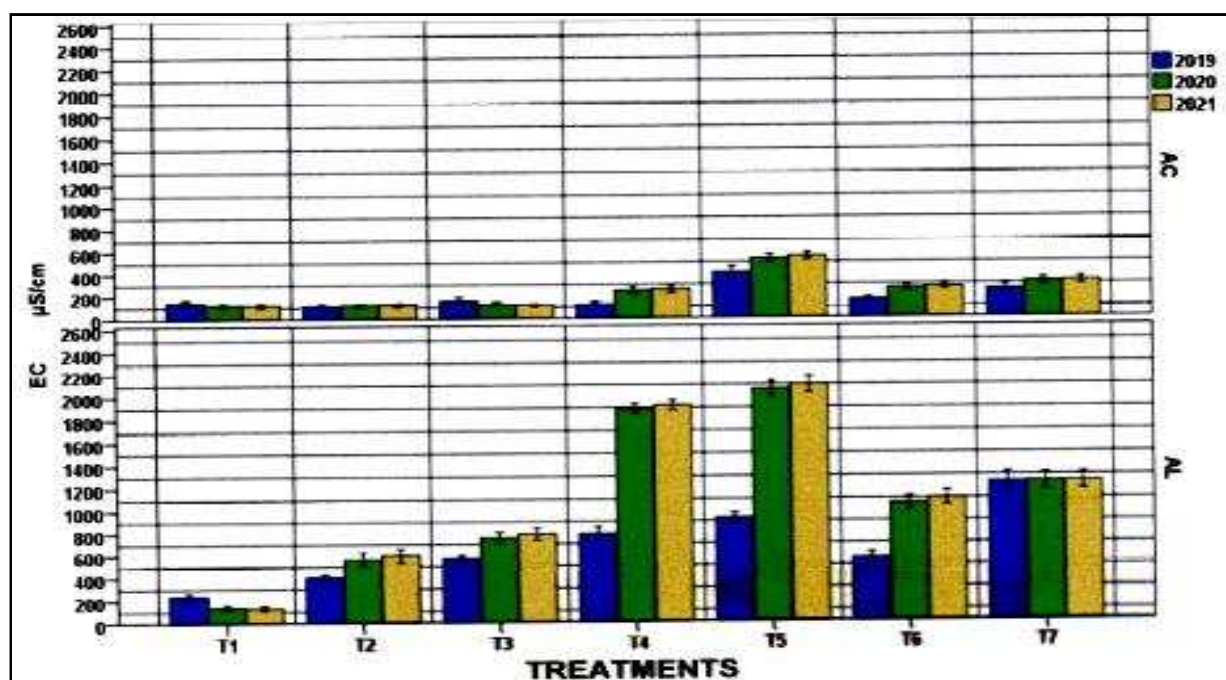


Figure 2. Effect of treatments on EC for the three years 2019-2021

Organic matter (OM)

Organic matter value increases in AC substrates are low in 2019 and higher in 2020, remaining at the same levels in 2021, with no dramatic differences between fertilizer treatments. In AL calcareous substrates higher values are observed, with the increase starting from the first year (2019), and stabilizing at approximately the same levels in the following two years, with the highest values recorded in AL1, AL2 and AL4. The pH and the calcium carbonate equivalent seem to be the main factors of the changes in this parameter. What should be noted is the increase in organic matter compared to the initial level in 2018 (around 2%) in both soil types (Analogidis, 2000, Mitsios, 2004) (Tables 1, 2, Figure 3).

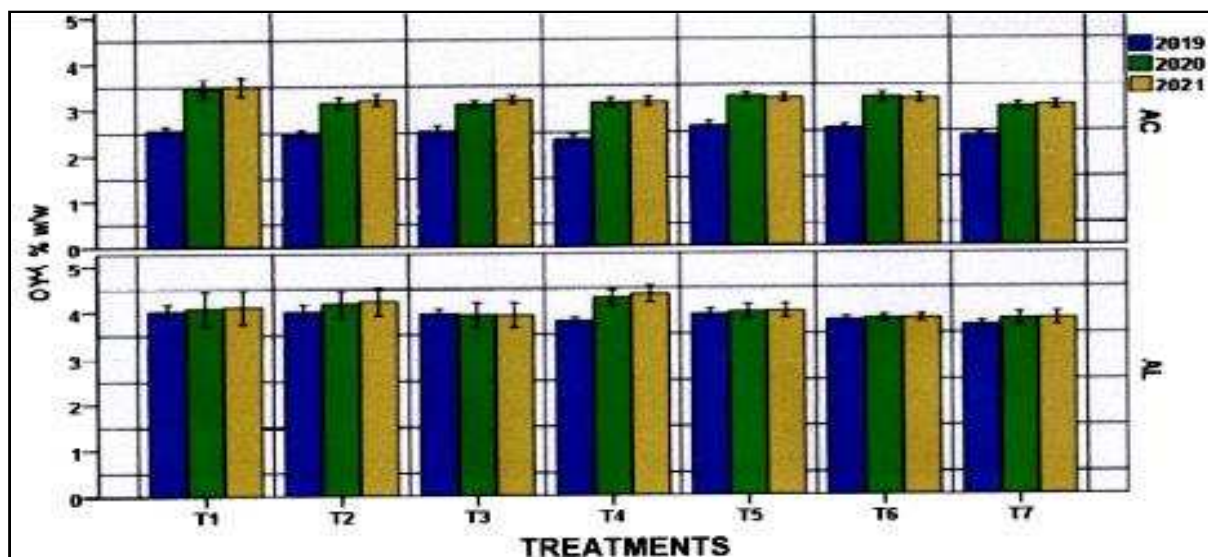


Figure 3. Effect of treatments on organic matter (OM) for the three years 2019-2021

Equivalent calcium carbonate (CaCO_3)

Equivalent calcium carbonate was not significantly affected by the fertilizer treatments in all substrates of the experiment, with their concentration continuing to be a benchmark for each soil type (Tables 1, 2, Figure 4).

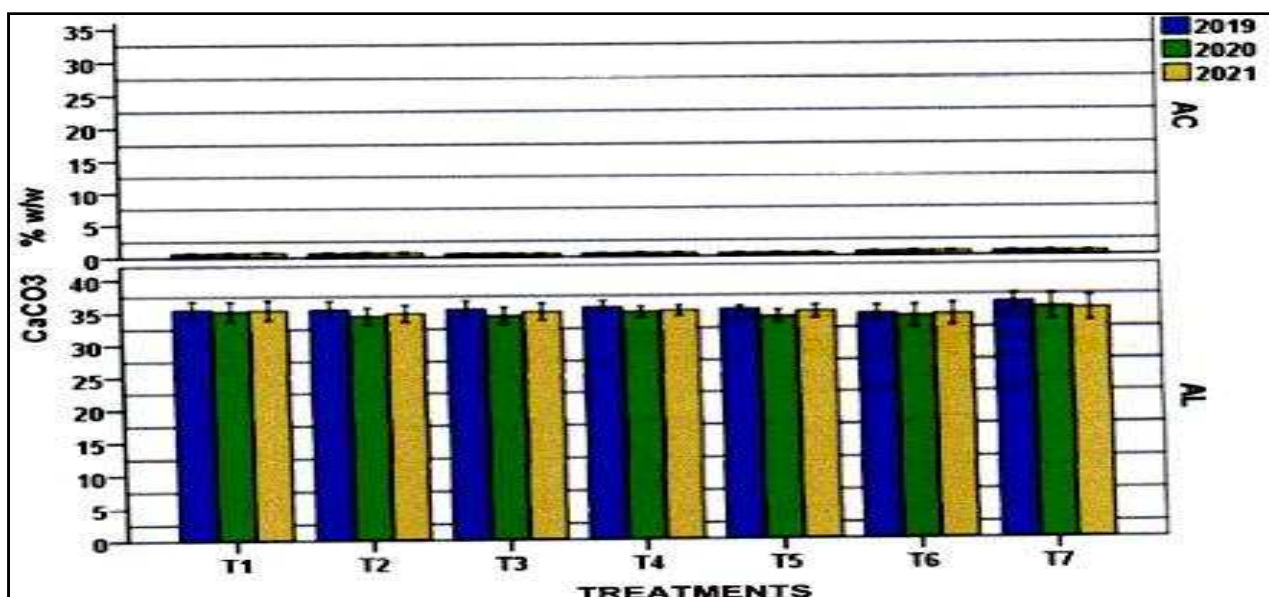


Figure 4. Effect of treatments on CaCO_3 concentration for the three years 2019-2021

Conclusion

Summarizing the above for the examined three years, we come to the following conclusions:

With the use of alkaline irrigation water, the pH of the soil substrates is maintained approximately at the same alkaline values in the calcareous substrates, with a tendency to decrease in the fertilizer treatments, especially in the nitrogen-potassium ones compared to the control, while in the non calcareous substrates it increases, especially in the control, with a smaller increase in the nitrogen treatment, and even less in the enhanced organic and nitrogen-potassium treatments.

An increase in salinity is recorded in the treatments in both soil types, especially in those with the application of the organic formulation, with a higher increase and values in the calcareous substrates. In calcareous substrates, the increase in salinity is noted in all treatments, with the greatest increases observed in the enhanced organic treatments, as well as in the nitrogen-potassium treatments to a lesser extent. At the same time, in non calcareous substrates, the increases are noted in nitrogenous and enhanced organic treatments. The most enhanced organic treatments (AC5 and AL5) stand out, giving proportionally the highest salinity values for each soil type.

The increase of organic matter in non calcareous substrates is low in 2019 and increased in 2020, remaining at the same levels in 2021, without spectacular differences between fertilizer treatments, while in calcareous substrates higher values are observed, with the increase of organic matter starting from the first year (2019), and to remain at approximately the same levels in the following two years.

Equivalent calcium carbonate was not affected by the fertilizer treatments in both soil types.

References

- Analogidis D. 2000. Soil, nutrients and plant production. Agro Typos. (In Greek)
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. Agronomy Journal, 54, 464-465.
- Mitsios I. 2004. Fertility of soils. Plant nutrients: Macronutrients, micronutrients and heavy metals. Methods and applications. Zymel. Athens. (In Greek)
- Okalebo, J. R., Gathua, K. W. & Woomer, P. L. 2002. Laboratory Methods of Soil and Plant Analysis: A Working Manual. Nairobi, Kenya.
- Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. In Soil Science Society of America, Vol. 1159.
- SSSA. 1990. Soil Testing and Plant Analysis, Book: Series 3. Soil Science Society of America.

ПОЛЕЗАЩИТНИ ГОРСКИ ПОЯСИ В ДОБРУДЖА И ВЛИЯНИЕТО ИМ ВЪРХУ ПРИЛЕЖАЩИТЕ ЗЕМЕДЕЛСКИ ЗЕМИ

Стелияна Христова*

*Селскостопанска академия, Институт по почвознание,
Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкиров”*

**e-mail: stelityhristowa@abv.bg*

Резюме

Полезашитните горски пояси представляват линейни горски култури, които са създадени за защита на земеделските земи и подобряване на микроклимата. Те предпазват почвата от ветрова ерозия и деградация, намаляват изпарението, разпределят равномерно снежната покривка, и допринасят за повишаване на почвеното плодородие.

Полезашитните горски пояси разположени в Добруджа включват 4 групи дървесни видове: главни, съпътстващи, плодни и храсти.

В доклада е представен анализ на влиянието на полезашитните горски пояси в Добруджа върху състоянието на почвите в земеделските земи в района

Ключови думи: полезашитни горски пояси, Добруджа, почва, ерозия, плодородие.

FIELD PROTECTIVE FOREST BELTS IN DOBRUDJA AND THEIR IMPACT ON ADJACENT AGRICULTURAL LANDS

Steliyana Hristova*

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection Nikola Poushkarov,
Agricultural Academy*

**e-mail: stelityhristowa@abv.bg*

Abstract

Field protection forest belts are linear forest crops created to protect agricultural, land and improve the microclimate. They, protect the soil from wind erosion and degradation, reduce evaporation, evenly distribute the snow cover, and contribute to increasing soil fertility.

The protective forest belts located in "Dobrudja" include 4 groups tree species : main, accompanying, fruit and shrubs.

The report presents an analysis of the butter forest belts influence located in Dobrudja under the condition of the soils in the area of the agricultural lands.

Key words: protective forest belts, erosion, fertility, Dobruja, soil.

Въведение

Полезащитните горски пояси са линейни горски култури, създадени за защита на земеделските земи и подобряване на микроклимата. Те предпазват почвата от ветрова ерозия и деградация, намаляват изпарението, разпределят равномерно снежната покривка, и така допринасят за подобряване на микроклимата и за повишаване на плодородието на прилежащите им земеделски земи (Георгиев, 1960). За защита от ветровата ерозия горските пояси 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 равнинните райони, където често се проявяват силни ветрове, главна задача на поясите е да намаляват силата на вятъра, с което почвата се предпазва от издухване, намалява се непроизводителното изпарение на влагата и тя се използва по-пълно 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. (Енциклопедия „България“, том 5, БАН, София, 1986, стр. 314).



Полезащитни горски пояси в Добруджа

Източник:

<https://www.iag.bg/news/lang/1/id/18304/display#>

Полезащитните пояси играят важна роля в борбата срещу сушата, като осигуряват условия за натрупване и запазване на влагата, подобряват водния запас в почвата и създават условия за по-пълно използване на торовете. Главна задача на горските пояси на наклонени площи е да осигурят по-пълно поглъщане на водата и с това да намалят силата на стичащата се по наклона вода, получена от топенето на снега или при проливни дъждове. С това се подобрява водният режим на почвата по склона и се намалява водната ерозия. (Енциклопедия „България“, том 5, БАН София, 1986, стр. 314).

Видов състав

Изграждане на полезашитни горски пояси е характерно за региони с континентален климат, който се характеризира с малко валежи и продължителни засушавания. В България е създадена цялостна система от полезашитни пояси в Добруджа. Те биват **главни** и **второстепенни**. (Енциклопедия „България“, том 5, БАН, София, 1986, стр. 314).

Главните (са с ширина до 20 м) са разположени перпендикулярно на преобладаващите ветрове, на разстояние 400 – 600 м.

Второстепенните (са с ширина до 16 м) – напречно на главните, на разстояние 1000 – 2000 м.

В изградената полезащитна система в района на Добруджа разстоянието между главните пояси е 500 m, а между второстепенните – 1000 m. Така разположени главните и второстепенните пояси формират правоъгълни клетки (зеделски полета) с размери 500/1000 m - тези размери позволяват машинна обработка на почвата. (Маринов, 2008).

В състава на полезащитните пояси обикновено се включват 4 групи дървесни видове: **главни, съпътстващи, плодни и храсти.**

Главните дървесни видове са ядрото на пояса и образуват първия (върхния) му етаж, като дават главния отпор на ветровете. Използват се дълготрайни, светлолюбиви, високи (около 20 m) видовете : цер (*Quercus cerris* L.), летен дъб (*Q. robur* L.), благуи (*Q. frainetto* Ten.), червен дъб (*Q. rubra* L.), планински ясен (*Fraxinus excelsior* L.), полски ясен (*Fr. oxycarpa* Willd.), гледичия (*Gleditschia triacanthos* L.), бяла акация (*Robinia pseudoacacia* L.), дребнолист бряст (*Ulmus pumila* L.) които се засаждаат в 3 реда (Маринов, 2023).

Съпътстващите дървесни видове влизат във втория (средния) етаж на пояса, като създават условия за по-бърз растеж на главните, уплътняват пояса и потискат плевелите. Съпътстващи видове са дребнолистна липа (*Tilia cordata* Mill.), едролистна липа (*Tilia platyphyllos* Scop.), американски ясен (*Fraxinus americana* L.), мекиш (*Acer tataricum* L.), мъждрян (*Fraxinus ornus* L.), бяла черница (*Morus alba* L.) полски ясен (*Fr. oxycarpa* Willd.), и др. (Маринов, 2023).

Плодните дървета също се включват във втория етаж на пояса и освен защитния повишават и стопанския му ефект с продукцията, която дават. Засаждаат се махалебка (*Prunus mahaleb* L.), джанка (*Prunus cerasifera* Ehrh.), обикновен орех (*Juglans regia* L.), киселица (*Malus silvestris* Mill.), дива круша (*Pyrus communis* L.) и др. (Маринов, 2023).

Храстите защитават почвата от плевели, намаляват повърхностния отток на водата и силата на вятъра, привличат птици и дивеч. Храстови видове: смрадлика (*Cotinus coggygria* Scop.), обикновен чашкодрян (*Euonymus europaea* L.), обикновен дрян (*Cornus mas* L.), кучи дрян (*Cornus sanguinea* L.), черен бърз (*Sambucus nigra* L.), обикновена леска (*Corylus avellana* L.) и др. (Маринов.,И., 2023).

Полезащитните горски пояси за да изпълнят предназначението си, да защитават по-добре съседните зеделски земи от неблагоприятното и опустошително влияние на северозападните и североизточни ветрове, е необходимо за поясите да се полагат непрекъснати грижи, насочени към подобряване на тяхната конструкция и състояние. (Маринов, 2023).

Почвени условия и основна скала

Полезащитните горски пояси са разположени изцяло върху обикновен чернозем (Почвен клас **Черноземи (Chernozems)** / Почвен тип **Черноземи (Chernozems)** / Почвен вид **Обикновени черноземи (Haplic Chernozems)**). Почвите са:

- **Много дълбоки и с добре изразен хумусно-акумулативен хоризонт** – мощността на А хоризонта достига до 51 cm, а на В хоризонта е средно от 52 до 95 cm;

- **Богати на хумус и азотни съединения**, със слабо кисела до алкална реакция;

- **Суши или свежи** – на територията на ДГС Генерал Тошево и ДГС Добрич ПГПса разположени предимно на свежи почви, а в ДПС Балчик – на сухи почви;

- **Песъчливо-глинести и уплътнени** – механичният състав по дълбочина е сравнително еднороден с тенденция за повишаване съдържанието на глина в повърхностните хоризонти и постепенно намаляване в дълбочина;

- **Некаменливи или слабо каменливи, неерозирани.**

Основната скала, върху която се формира почвения хоризонт, е лъос. Лъосовият пласт е с мощност до 10-15 m. Той има бледожълт до пепеляв цвят и

служи за образуване на почвения слой. Лъсът се характеризира със значителна вертикална пропускливост, която увеличава инфилтрацията на валежните води в дълбочина. Характеристиките на черноземните почви и лъса под тях (физични свойства, вертикална пропускливост и влагоемност) са от изключителна важност и определят възможността дървесна растителност да оцелява при тези много сухи условия. Водата от валежите преминава през черноземите и се поема от лъса. Така се предотвратява загуба на влага чрез отток и изпарение. В същото време корените на дърветата могат да проникнат в дълбочина през черноземите и да достигат до влагата, която се намира в лъса. Но за тази цел е необходимо дърветата да имат здрав и добре развит централен корен, който да прониква на възможно по-голяма дълбочина. Това се отнася и за зимния период – за да могат корените на дърветата да доставят вода, необходимо е те да проникват по-дълбоко в замръзващия пласт. (Додев, 2023).

Полезащитните горски пояси се намират на терени, в които липсват повърхностно течащи води. Има различни по размер суходолия, които през по-голяма част от годината са безводни. При топене на снеговете и при силни дъждове леглата им се запълват с вода, която обаче се задържа за кратко. Добруджа е областта в България с най-малка годишна сума на валежите, под 500 литра на квадратен метър. Това в съчетание с най-силните ветрове в България прави Добруджа изключително сухо място. Целият район се характеризира с ограничен повърхностен отток, а формиралите се водни ресурси са предимно от подземни води. Подземните води в Добруджа са на голяма дълбочина – в западната част на 20-30 m, а в източната на 60-80 m (Димчев, 1955).



Източник:

<https://agri.bg/agrosaveti/zemedelie/kak-da-opazim-polezashchitnite-poyasi-v-dobrudzha-i-zashcho>

Позитивни ефекти от Полезащитните горски пояси в Добруджа

- Подобряване на микроклимата в района, чрез намаляване скоростта и силата на ветровете.
- Предпазване на почвата от ветрова ерозия
- Подобряват водния запас в почвата
- Предпазват от суховеи
- Повишаване на добивите от селскостопанските култури.
- Намаляване на изпаренията на водата от почвата

Заклучение

Полезащитни горски пояси се създават в райони с умерено-континентален климат, където екологичните условия изразени чрез основните фактори - климат, релеф, почви, растителност и други и създават предпоставка за влошаване на микроклимата и развитие на ветрова ерозия. Следователно в тези райони силните и опустошителни северозападни, северни и североизточни ветрове нанасят сериозни

поражения върху състоянието и добивите от селскостопанските култури. Основното предназначение на полезащитните пояси е чрез намаляване силата на ветровете да подобрят микроклимата на района и да защитят съседните земеделски земи от тяхната разрушителна сила. Това води до намаляване изпарението на водата от почвата и нейното по-ефективно използване от селскостопанските растения и повишаване на добивите от земеделските култури.

Литература

БАН, том 5, Енциклопедия „България“, София., 1986г., стр 314.

Димчев Т. 1955. Хидроложки проучвания в Южна Добруджа във връзка с полезащитните пояси. Сборник от експедицията по полезащитните пояси в Добруджа през 1952. Издателство на БАН, София, 45–58.

Додев .,И., Георгиев.,Г .Основни характеристики на полезащитните горски пояси в Североизточна България., НАУКА ЗА ГОРАТА, Специално издание, 2023

Маринов., И., Генова., Ф 2008г., Наука за гората БАН., Екологични предпоставки за създаване на полезащитни горски пояси в северна България.

<https://www.iag.bg/news/lang/1/id/18304/display#>

<https://agri.bg/agrosaveti/zemedelie/polezashitnite-poyasi-v-dobrudzha-dar-za-fermerite>

<https://agro.bg/novini/rastenievadstvo-38/10-15--po-visoki-dobivi-ako-ima-polezashtitni-poyasi/>

<https://agri.bg/agrosaveti/zemedelie/kak-da-opazim-polezashchitnite-poyasi-v-dobrudzha-i-zashcho>

<https://sinor.bg/71430-polezastitnite-poyasi-sa-izklyuchitelno-vazhni-za-zapazvane-na-vlagata-i-plodorodieto-na-dobrudzha>

ЕМИСИИ НА CO₂ И N₂O ОТ ПОЧВАТА ПРИ ДЪЛГОГОДИШНО МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ, В УСЛОВИЯТА НА ДЕГРАДИРАЛ ЧЕРНОЗЕМ

Гергана Кунчева^{1*}, Галин Гинчев², Петър Николов³

^{1*} ИПАЗР „Никола Пушкиров“, Селскостопанска академия,

² ИЗС „Образцов чифлик“, Селскостопанска академия

³ Млад учен, Селскостопанска академия

*e-mail: g.kuncheva@issapp-pushkarov.org

Резюме

Пред съвременното земеделие стоят редица предизвикателства, като увеличаване на почвеното органично вещество, смекчаване на климатичните промени и в същото време запазване на почвеното плодородие и получаване на стабилни добиви. Въздействието на торенето и ротациите на културите върху цикъла на въглерода и азота в агроecosистемите, трябва да бъде точно оценено, за да се постигнат целите за поддържане на високо плодородие на почвата и същевременно намаляване емисиите на парникови газове. Целта на настоящата работа е да се получат данни за емисиите на парникови газове (CO₂ и N₂O), при различни варианти на торене при четириполно сеитбообращение (пшеница, ечемик, царевица и фасул) на Деградиран Чернозем.

Измервани са емисиите на CO₂ и N₂O при всички варианти на торене през вегетацията на отглежданите култури през периода 2021-2023 година (в края на 16-та и началото на 17-та ротация на Траен торов опит, ИЗС „Образцов чифлик“ Русе). В опита се изпитват 7 варианта на торене със самостоятелно и комбинирано внасяне на трите макроелемента N, P, K. За сравнение се поддържа неторена контрола N₀P₀K₀. Опитът се извежда в две повторения.

Установено е, че най-интензивни са емисиите на CO₂ от почвата при вариантите с комбинирано NP и NPK торене, а най-ниски при едностранно калиево торене. Емисиите на N₂O се понижават при комбинирано торене NP, NK, NPK. Изследвани са и зависимостите между агрохимичните показатели на почвата и интензивността на почвените емисии на парникови газове.

Ключови думи: почвени емисии на CO₂, N₂O, траен торов опит, самостоятелно и комбинирано минерално торене.

EMISSIONS OF CO₂ AND N₂O FROM THE SOIL DURING LONG-TERM MINERAL FERTILIZATION, IN THE CONDITIONS OF DEGRADED CHERNOZEM

Gergana Kuncheva^{1*}, Galin Ginchev², Petar Nikolov³

^{1*} ISSAPP "Nikola Pushkarov", Agricultural Academy,

² IASS "Obratzov Chiflik", Agricultural Academy

³ Young scientist, Agricultural Academy

*e-mail: g.kuncheva@issapp-pushkarov.org

Abstract

Modern agriculture faces a number of challenges, such as to increase the soil organic matter, to reduce greenhouse gases from agricultural production and at the same time preserving soil fertility and obtaining stable yields. The impact of fertilization and crop rotations on carbon and nitrogen cycling in agroecosystems must be accurately assessed to achieve the goals of maintaining high soil fertility while mitigating greenhouse gas emissions. The aim of the present work is to obtain data on the emissions of greenhouse gases (CO₂ and N₂O) with different fertilization treatments in a four-field crop rotation (wheat, barley, corn and beans) on Degraded Chernozem.

The emissions of CO₂ and N₂O were measured for all fertilization treatments during the vegetation of the cultivated crops in the period 2021-2023 (at the end of the 16th and the beginning of the 17th rotation of the Permanent Fertilizer Experiment, IASS "Obratzov chiflik" Ruse). In the experiment, 7 variants of fertilization are tested with individual and combined application of the three macrolelements N, P, K. For comparison, the unfertilized control N₀P₀K₀ is maintained. The experiment was performed in two replicates.

It was established that the soil CO₂ emissions were the most intense in the variants with combined NP and NPK fertilization, and the lowest in the single potassium fertilization. N₂O emissions were reduced in combined fertilization treatments NP, NK, NPK. The relationships between the agrochemical parameters of the soil and the intensity of soil emissions of greenhouse gases were also investigated.

Key words: soil emissions of CO₂, N₂O, permanent fertilizer experience, individual and combined mineral fertilization.

Въведение

Торенето е най-ефективната управленска практика за осигуряване на глобалното селскостопанско производство. Въпреки това прекомерното или нерационално минерално торене може да доведе до намаляване на плодородието на почвата и увеличаване на загубата на хранителни вещества (Patrick et al., 2013). Това води до много свързани помежду си негативни ефекти върху околната среда и човешкото здраве, като увеличаване емисиите на парникови газове, замърсяване на повърхностните и подпочвените води, както и на хранителните продукти (Galloway et al., 2008). Продължаващото нарастване на концентрациите на парникови газове (ПГ) в атмосферата е световен проблем. Емисиите на ПГ, произтичащи от селскостопанското производство, представляват приблизително 11% от глобалните антропогенни емисии през 2010 г. (IPCC; 2014, <https://cbmjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13021-019-0133-9> - ref-CR2 Tubiello, et al., 2013). Прилагането на минерални и органични торове влияят пряко и непряко върху двата основни процеса на производство на N₂O в почвата - нитрификация и денитрификация (Hu, 2013). Кумулативните потоци на CO₂ също се

увеличават с внасяне на по-високи норми азот (Saeed, 2022) и при дългосрочно прилагане на комбинирано NP и NPK (Zhai, 2011).

Дълготрайните торови опити дават възможност за изучаване промените, настъпващи в микробиологичните, агрохимични и физични свойства на почвата, в резултат на продължителното прилагане на минерални торове и комбинациите им. Дългосрочните експерименти с торене са необходими за определяне на подходящите дози на торове, като се вземат предвид взаимодействията между отделните хранителни вещества. Те дават възможност за създаване на теоретичната основа за устойчивото подобряване на добивите и за запазването на здравословна почвена среда (Šimanský et al., 2022).

Дългосрочното прилагане на синтетични торове, органични добавки и други земеделски практики могат да причинят разлики в натрупването на почвен органичен въглерод (ПОВ) и азот, като в някои случаи водят до нетни загуби на ПОВ и N, а в други - до подобряване на съдържанието на органично вещество в почвите (Nayak et al., 2019, Shakoog et al., 2020). Следователно е наложително да се разгледат цялостно динамичните промени в секвестрирането на ПОВ, потенциалните парникови емисии и продуктивността на културите за оценка на конкретна стратегия за управление и поддържане на селскостопанското производство в дългосрочен план. Въздействието на практиките на торене върху цикъла на C и N в почвата в агро-екосистемите, трябва да бъде точно оценено, за да се постигнат целите за поддържане на високо плодородие и междувременно смекчаване на емисиите на парникови газове (Zhang et al., 2016).

Изследванията по торенето в Земеделската опитна станция „Образцов чифлик“ (понастоящем ИЗС „Образцов чифлик“) започват още през 1906 година, когато са заложили полски торови опити с просо, царевица и фасул. Експериментаторите са видоизменяли схемите, като са се ръководили от специфичните изисквания на растенията. През следващите години започват да се изпитват и различни видове торове, както и начини за торене на полски култури. В настоящия си формат, трайният торов опит в ИЗС „Образцов чифлик“ се извежда от 1958 г.

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на дългосрочното минерално торене, в съчетание с четириполно сеитбообращение, върху секвестрирането на въглерод от почвата и емисиите на парникови газове в условията на Деградиран Чернозем.

Материали и методи

Изследването е проведено през 2021-2023г. когато трайният торов опит е в 16^{-тата} ротация на четириполното сеитбообращение (64 години след стартирането на опита), в опитното поле на ИЗС „Образцов чифлик“ Русе, в северен климатичен район, на почва Деградиран Чернозем.

Площта от 10 da е заета с културите пшеница (сорт „Дунавия“), фасул (сорт „Образцов чифлик 12“), ечемик (сорт „Ахат“) и царевица (Рс 464), по прилаганата от предходни периоди метод и схема на Жорж Вил в две повторения, с по осем варианта, разположени по Рюмкер. Големината на опитните парцели е 100 m², а на реколтните - 60 m².

Изпитват се 7 варианта на торене със самостоятелно и комбинирано внасяне на трите макроелемента N, P, K, от които азотните норми са различни при отделните култури: при пшеницата и царевицата N – 15 kg da⁻¹ а.в.; при фасула N . 5 kg da⁻¹ а.в.и при ечемика N – 10 kg da⁻¹ а.в. Фосфорното (P₂O₅) торене е с 12 kg da⁻¹ а.в., а калиевото (K₂O) е 7 kg da⁻¹ а.в. за четирите култури. За сравнение се поддържа неторена контрола N₀P₀K₀. Фосфорните и калиевите торове се внасят еднократно, преди основната обработка, а азотният – еднократно след поникването на културите, като ранно пролетно подхранване.

Емисиите на парникови газове бяха измервани в периода през вегетацията на културите по варианти и по култури. Потоците на CO₂ се измерват на място с помощта на калибрирания тестер „ALMEMO“ със сензор за CO₂. За отчитане на емисиите бяха използвани пластмасови камери.

Въздушната концентрация на CO₂ и температурата се измерват на височина 1 m над парцелите. След поставянето на камерите, те се затварят с капачки и се изчака инкубационен период от 30 мин., след което се измерва натрупания CO₂ в затворените камери. След това се изчислява изтичането на CO₂ (кг х 1 - 1 ден ± 1), съгласно Bilandžija et al. като:

$$ECO_2 = (M \times P \times V \times (c_2 - c_1)) / (R \times T \times A \times (t_2 - t_1)) \quad (1)$$

Където: ECO₂- отделяне на CO₂ от почвата (kg ha⁻¹ h); след което може да се преизчисли на ден. М-моларна маса на CO₂ (kg mol⁻¹); Р-налягане на въздуха (Pa); V-камерен обем (m³); C₁ - начална концентрация на CO₂ (μmol mol⁻¹); C₂-концентрация на CO₂ след инкубационното време (μmol mol⁻¹); R-газова константа (J mol⁻¹ K⁻¹); Т-температура на въздуха (K); А-повърхност на камерата (m²); t₂-t₁-инкубационен период.

Измерването на N₂O се прави по същия начин, както за CO₂, като се използват същите камери и инкубационен период. Използва се закупеният апарат Gastiger 2000.

Отчитат се фоновите емисии, в момента и събрания газ в камерата за 30 мин и се отчитат емисиите (E) в kg ha⁻¹ h⁻¹

$$E_{N_2O} = (M \times P \times V \times (c_2 - c_1)) / (R \times T \times A \times (t_2 - t_1)) \quad (2)$$

Където, отново E N₂O - отделяне на N₂O от почвата (kg ha⁻¹ h); след което може да се преизчисли на ден. М-моларна маса на N₂O (kg mol⁻¹); Р-налягане на въздуха (Pa); V-камерен обем (m³); C₁ - начална концентрация на N₂O (μmol mol⁻¹); C₂-концентрация на N₂O след инкубационното време (μmol mol⁻¹); R-газова константа (J mol⁻¹ K⁻¹); Т-температура на въздуха (K); А-повърхност на камерата (m²); t₂-t₁-инкубационен период.

Общият органичен въглерод беше определян по метода на Тюрин. Методът се основава на косвеното определяне на количеството въглерод, получен при окисляване на органичното вещество с разтвор на калиев бихромат в серно кисела среда при нагряване. Въглеродът от почвена микробна биомаса (C_{mic}) се измерва по метода на Anderson и Domsch (1978), а перманганатният окисляем въглерод (POXC) по метода на Culman (2012). Минералният азот беше определян по метода на Келдал, а съдържанието на достъпни форми на фосфор и калий в ацетатно-лактатен извлек, като определянето на фосфора се извършва спектрофотометрично, а на калия - на пламъчен фотометър.

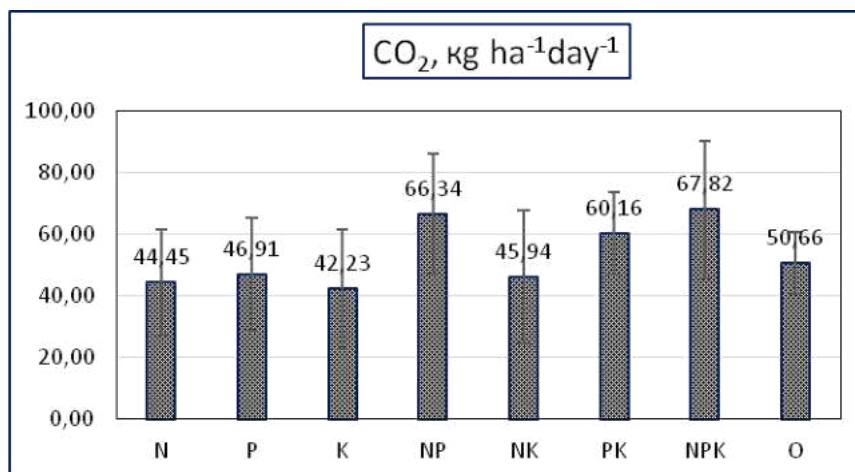
Резултати и обсъждане

Отчетени са най-интензивни емисии на CO₂ при вариантите NP и NPK (Фигура 1). Също при тези варианти се установява и най-високо натрупване на органичен въглерод (Фигура 3). Т.е. при комбинирано азотно и фосфорно торене, протичат процеси на формиране на органично вещество, което стимулира и почвеното дишане.

Емисиите на N₂O, са най-високи при вариантите N, P, K, прилагани самостоятелно (Фигура 2). Най-ниски са потоците на N₂O при комбинирано торене

NK, PK, NPK. Между интензивността на отделянето на N_2O от почвата и достъпните форми на калий има отрицателна умерена корелация ($r = -0,53$), което обяснява по-ниските емисии при комбинирано торене с калий.

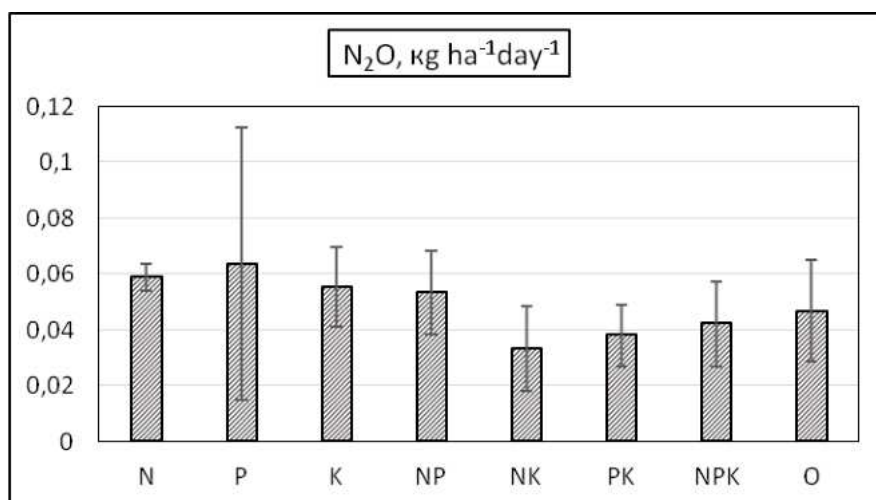
Почвените отделяния на CO_2 и N_2O са сумарно най-високи при пшеница $66,38 \text{ kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$). Потоците на CO_2 са най-ниски при фасул ($33,22 \text{ kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$), докато понижението на емисиите на N_2O е най-силно ечемик ($0,038 \text{ kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$) и царевица ($0,043 \text{ kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$) (Таблицы 1 и 2).



Фигура 1. Емисии на CO_2 ($\text{kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$) от почвата средно по варианти на торене, Деградиран Чернозем, ИЗС Обр. чифлик, Русенско, 2021-2023 г.

Таблица 1. Емисии на CO_2 ($\text{kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$) от почвата по варианти на торене и по култури

	Царевица	Фасул	Пшеница	Ечемик	Средно
N	26,89 ab	32,71 ab	58,89 ab	59,31 ab	44,45
P	47,93 ab	21,08 b	62,53 ab	56,11 ab	46,91
K	30,03 ab	22,11 ab	62,88 ab	53,90 ab	42,23
NP	62,94 ab	44,53 ab	92,16 ab	65,75 ab	66,34
NK	42,28 ab	17,00 ab	65,30 ab	59,17 a	45,94
PK	71,24 ab	42,54 ab	69,90 ab	56,97 a	60,16
NPK	100,30 ab	50,17 ab	62,76 ab	58,06 a	67,82
0	54,83 ab	35,65 ab	56,64 ab	55,54 ab	50,66
Средно	54,56	33,22	66,38	58,10	53,07



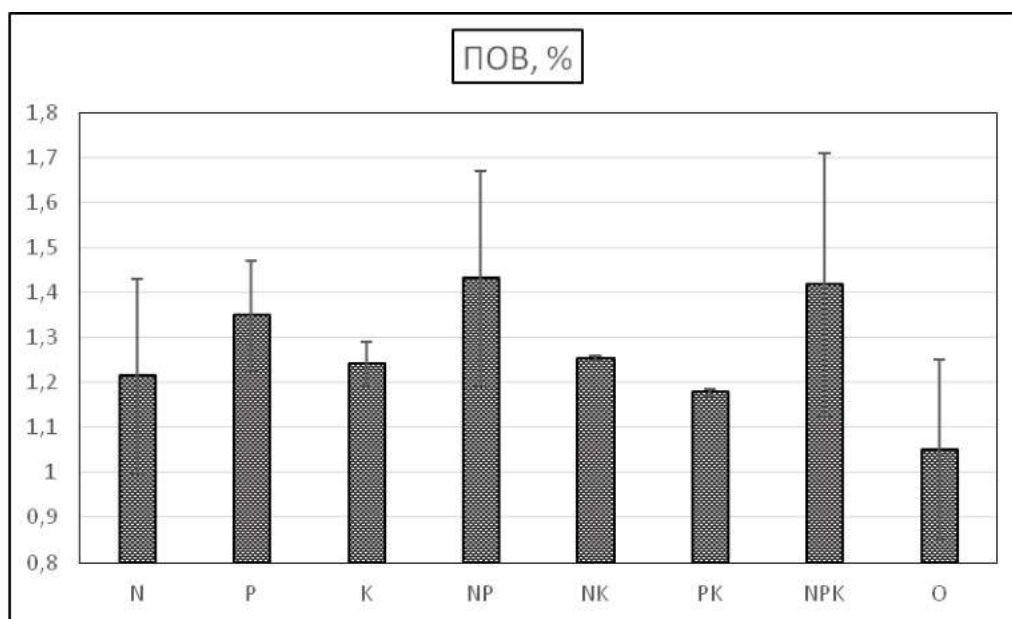
Фигура 2. Емисии на N_2O ($\text{kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$) от почвата средно по варианти на торене, Деградиран Чернозем, ИЗС Обр. чифлик, Русенско, 2021-2023 г.

Таблица 2. Емисии на N_2O ($kg\ ha^{-1}day^{-1}$) от почвата по варианти на торене и по култури

	Царевица	Фасул	Пшеница	Ечемик	Средно
N	0,055 a	0,055 a	0,062 ab	0,063 ab	0,059
P	0,039 ab	0,055 a	0,134 b	0,026 ab	0,064
K	0,037 a	0,055 a	0,058 ab	0,071 ab	0,055
NP	0,040 ab	0,047 ab	0,075 ab	0,051 ab	0,053
NK	0,039 ab	0,050a	0,031 ab	0,013 ab	0,033
PK	0,033 ab	0,046 ab	0,048 ab	0,024 ab	0,038
NPK	0,044 ab	0,042 ab	0,060 ab	0,023 ab	0,042
0	0,043 ab	0,036 ab	0,073 ab	0,035	0,047
Средно	0,041	0,048	0,068	0,038	

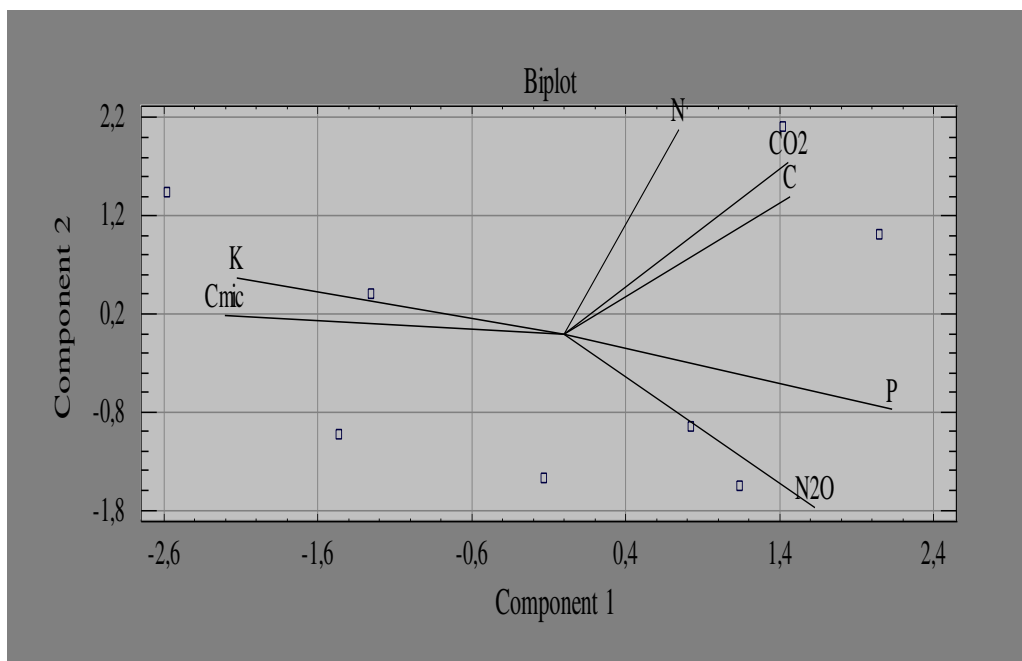
Продължителното еднотипно минерално торене е довело до понижаване на почвеното органично вещество при вариантите О (1,05%), NK (1,25%), PK (1,18%), N (1,22%) (Фигура 3). Комбинираното торене азот и фосфор води до най-силно увеличаване на органичен въглерод в почвата, като при вариант NPK, то е 1,42%, а при NP – 1,43%.

Въпреки ниското количество ПОВ, отчетено при нулевите варианти, емисиите на N_2O и CO_2 при липса на торене, не са най-силно понижени. Емисиите на CO_2 са по-ниски при N, P, K варианти в сравнение с нулевата контрола, а N_2O - при NK, PK, NPK (комбинирано торене с калий). Това показва по-ниска степен на микробно дишане при едностранно торене и по-ниска степен на нитрификация и денитрификация при комбинирано торене с калий).



ANOVA: $p=0.0003$

Фигура 3. Съдържание на почвен органичен въглерод (ПОВ, %), средно по варианти на торене



Фигура 4. Принципен компонентен анализ (PCA) на основните изследвани фактори, C (ПОВ, %), минерален N(mg kg^{-1}), достъпни форми на P_2O_5 ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$), K_2O ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$), почвен органичен въглерод (%), CO_2 ($\text{kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$), N_2O ($\text{kg ha}^{-1}\text{day}^{-1}$) и микробиален биомасен въглерод (C_{mic} , $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)

Проведен е и принципен компонентен анализ (PCA) (Фигура 4). Целта на PCA е да установи линейни комбинации между величините, които изследваме, като тези линейни комбинации представляват компонентите на анализа. Принципият компонентен анализ беше приложен за определяне връзката между агрохимичните показатели, почвеното органично вещество и емисиите на парникови газове. Данните бяха заредени в два основни компонента (PC1 и PC2), които обясняват повечето вариации между показателите по варианти на торене. На диаграмата, параметрите се считат за положително свързани един с друг, когато са под остър ъгъл, когато векторите им формират прав ъгъл не са свързани, а когато са под тъп ъгъл са отрицателно свързани. Установяват се положителна зависимост между съдържанието на минерален азот, почвен органичен въглерод и емисиите на CO_2 . Другият парников газ – N_2O , не е свързан с почвеното органично вещество, CO_2 и съдържанието на минерален азот. Положителна е връзката на отделянето на N_2O и достъпните форми на фосфор. Микробиалния биомасен въглерод (C_{mic}), има положителна връзка с достъпните форми на калий. И двата показателя са отрицателно свързани с емисиите на парникови газове.

Заклучение

Най-силно влияние върху формирането на почвеното органично вещество има съдържанието на минерален азот, но в съчетание с фосфор (NP) и с фосфор и калий (NPK).

По-високото количество на общ органичен въглерод води до по-висока интензивност на дишане на почвата и по-интензивни емисии на CO_2 , докато потоците на N_2O не показват зависимост от ПОВ.

Нулевата контрола е с най-ниско натрупване на органично вещество, но емисиите и на двата газа не са с най-ниска интензивност, което показва протичащо почвено дишане, нитрификация и денитрификация, т.е. протичаща минерализация на почвеното органично вещество.

Емисиите на N₂O са най-силно редуцирани при вариантите с комбинирано торене с калий (NK, PK, NPK) и са най- високи при едностранно торене.

Благодарности

Авторите благодарят за финансирането на научните изследвания по проект „Интегриране на сателитни и наземни данни за компоненти на водния баланс на почвата и растителната покривка в модели за оценка на агроекологични рискове и земеделски практики за смекчаването им” от Фонд „Научни Изследвания” (договор КП-06 Н 76/2 2023).

Литература

- Patrick, M., J.S. Tenywa, P. Ebanyat, M.M. Tenywa, D.N. Mubiru, T.A. Basamba, A. Leip., (2013) Soil organic carbon thresholds and nitrogen management in tropical agroecosystems: concepts and prospects J. Sust. Dev., 6 (2013), pp. 31-43
- Anderson, T., K.Domsch., (1978) A physiological method for the quantative measurement of microbial biomass in soil. Soil Biology and Biochemistry, 10, 215 – 221.
- Culman, S. W., Snapp, S.S., Freeman, M.A., Schipanski, M.E., (2012) Permanganate Oxidizable Carbon Reflects a Processed Soil Fraction that is Sensitive to Management. Soil Sci. Soc. Am. J., 6:494–504 doi:10.2136/sssaj2011.0286.
- Galloway, J.N., Townsend, A.R., Erismann, J.W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J.R., Martinelli, L.A., Seitzinger, S.P., Sutton, M.A., (2008) Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions and potential solutions. Science 320, 889-892.
- Zhai, L., Liu, H., Zhang, J., Huang, J., Wang, B., (2011) Long-Term Application of Organic Manure and Mineral Fertilizer on N₂O and CO₂ Emissions in a Red Soil from Cultivated Maize-Wheat Rotation in China, Agricultural Sciences in China, Volume 10, Issue 11, pp. 1748-1757, ISSN 1671-2927, [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(11\)60174-0](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60174-0).
- Tubiello FN, Salvatore M, Rossi S, Ferrara A, Fitton N, Smith P., (2013) Базата данни FAOSTAT за емисиите на парникови газове от селското стопанство. Environ Res Lett. 8: 015009.
- Saeed, Q., Zhang, A., Mustafa, A., Sun, B., Zhang, S., Yang, X., (2022) Effect of long-term fertilization on greenhouse gas emissions and carbon footprints in northwest China: A field scale investigation using wheat-maize-fallow rotation cycles. Journal of Cleaner Production, Volume 332, 130075, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130075>.
- IPCC (2014) Изменение на климата 2014: смекчаване на изменението на климата (Окончателен проект на доклад на работна група III. Принос към четвъртия доклад за оценка на IPCC). Женева: IPCC.
- Hu, X., Su, F., Ju, X., Gao, B., Oenema, O., Christie, P., Huang, B., Jiang, R., Zhang, F., (2013) Greenhouse gas emissions from a wheat–maize double cropping system with different nitrogen fertilization regimes, Environmental Pollution, Volume 176, Pages 198-207, ISSN 0269-7491
- Šimanský, V., Jonczak, J., Horváthová, J., Igaz, D., Aydın, E., Kováčik, P., (2022) Does long-term application of mineral fertilizers improve physical properties and nutrient regime of sandy soils?, Soil and Tillage Research, Volume 215, 105224, ISSN 0167-1987, <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105224>.
- Nayak, A.K., Rahman, M.M., Naidu, R., Dhal, B., Swain, C.K., Nayak, A.D., Tripathi, R., Shahid, M., Islam, M.R., Pathak, H., (2019) Current and emerging methodologies for estimating carbon sequestration in agricultural soils: a review. Sci. Total Environ. 665, 890–912.
- Shakoor, A., Ashraf, F., Shakoor, S., Mustafa, A., Rehman, A., Altaf, M.M., (2020) Biogeochemical transformation of greenhouse gas emissions from terrestrial to

atmospheric environment and potential feedback to climate forcing. Environ. Sci. Pollut. Res. 27, 38513–38536.

Zhang, X., Xu, M., Liu, J., Sun, N., Wang, B., Wu, L., (2016) Greenhouse gas emissions and stocks of soil carbon and nitrogen from a 20-year fertilised wheat-maize intercropping system: A model approach, Journal of Environmental Management, Volume 167, Pages 105-114, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.014>.

Bilandžija et al., Z. Zgorelec, K. Ivica. (2016) Influence of Tillage Practices and Crop Type on Soil CO₂ Emissions. Sustainability, 8, 90

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF CAMBISOLS FROM VITOSHA MOUNTAIN (BULGARIA)

Biser Hristov*, Kameliya Petrova, Pavel Pavlov, Bilyana Grigorova-Pesheva

University of Forestry, 10 Kliment Ohridski Blvd., 1797 Sofia, Bulgaria

**e-mail: bisseru@gmail.com*

Abstract

Cambisols are the most typical soil type in the Vitosha Mountain. These soils are spread in the middle belt of the mountain with an altitude from 600 m to 1800 m. Acidification of Cambisols occurs due to washing of bases from the profile and when the altitude increases, exchangeable aluminium occurs. Cambisols cation exchange capacity can vary widely depending on factors such as parent material, organic matter content and clay content. The strongly acidic reaction usually extends to a depth of Bw (cambic) horizon. Cation exchange capacity of Cambisols is in low values up to $12 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$. Depending on base saturation, soils can be divided as Eutric Cambisols or Dystric Cambisols. In studied soil profiles Eutric Cambisol prevail over unsaturated Dystric Cambisols.

Key words: exchangeable cations, soil reaction, base saturation, Cambisols.

Introduction

Cambisols are a globally recognized soil group according to the WRB classification (IUSS Working Group WRB, 2022). They are a basic soil type in the mountainous regions of Bulgaria and they are spread almost under forest vegetation. Cambisols are the most common soil type in the Vitosha Mountain also. They are spread in the forest part of the mountain with an altitude of 500–600 m to about 1800 m. The soil-forming rocks on which the Cambisols were formed are mainly granites, granite-gneisses, schist, syenites, rhyolites etc. There are small amounts of clay minerals in soil such as kaolinite, montmorillonite and chlorite (Donov, 1972; 1992; Koinov et al, 1998; Andreeva, 2014; Hristov et al, 2022).

Cambisols cation exchange capacity can vary widely depending on factors such as parent material, organic matter content and clay mineral content. As altitude increases, exchangeable aluminium occurs but the amount is usually low. The most acidic are the soils in spruce forests and those at higher altitudes in the mountain. Typically for the region cation capacity is low $16\text{--}20 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ in A horizon (Malinova, 2019). In sandy and humus-poor soils, it drops to $5 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$, and in soils with heavier soil texture, it can exceed $30 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ (Malinova et al., 2020).

Depending on their saturation with the base, they can be divided into saturated, which contain a significant amount of Ca^{2+} and Mg^{2+} , and unsaturated, which, in addition to the other bases, also contain exchangeable acidic cations such as Al^{3+} , Mn^{3+} , Zn^{2+} , H^{+} . Usually, saturated Cambisols are in a complex with Rendzic Leptosols on carbonate rocks, and unsaturated ones are formed on acidic rocks (Bachvarova, 2005). Eutric Cambisols are soils, that have horizons with base saturation more than 50% and more, but they are not calcareous in depth (Kulikov, 1989).

Usually well saturated Eutric Cambisols are found in quite a wide range of soil forming factors. The unsaturated Dystric Cambisols have common features with the Eutric Cambisols. The fundamental difference between these two soil types is in their base saturation. Base saturation should be less than 50% in some of the soil horizons in Dystric

Cambisols deeper than 20 cm. They are usually developed on acid parent rocks. These soils are widely spread in Vitosha Mountain in combination with Cambic Leptosols and Cambic Umbrisols (Hristov et al., 2022; Hristov 2023).

Materials and Methods

Sixteen soil profiles were studied in the forest area of Vitosha Mountain shown on Figure 1. Laboratory analyzes of soil parameters that are necessary for the soil sorption capacity, as well as parameters that characterize the current status of the studied soils, were carried out, as follows: pH H₂O – ISO 10390; Exchange acidity – ISO 11260 & ISO 14254 (extraction with 0.1 mol/l BaCl₂ solution until equilibrium desorption and titration with 0.05 mol/l NaOH); Exchange bases, cation capacity and base saturation (B.S). The base saturation is calculated according to this formula $BS \% = 100 * (\Sigma sum / CEC)$ Where: BS% is base saturation, Σsum is the sum of exchangeable basic cations (ex. Ca, ex. Mg, ex. K, ex. Na), CEC is the cation exchange capacity of the soil. For figures and statistical analyses MS Office 2017 was used.

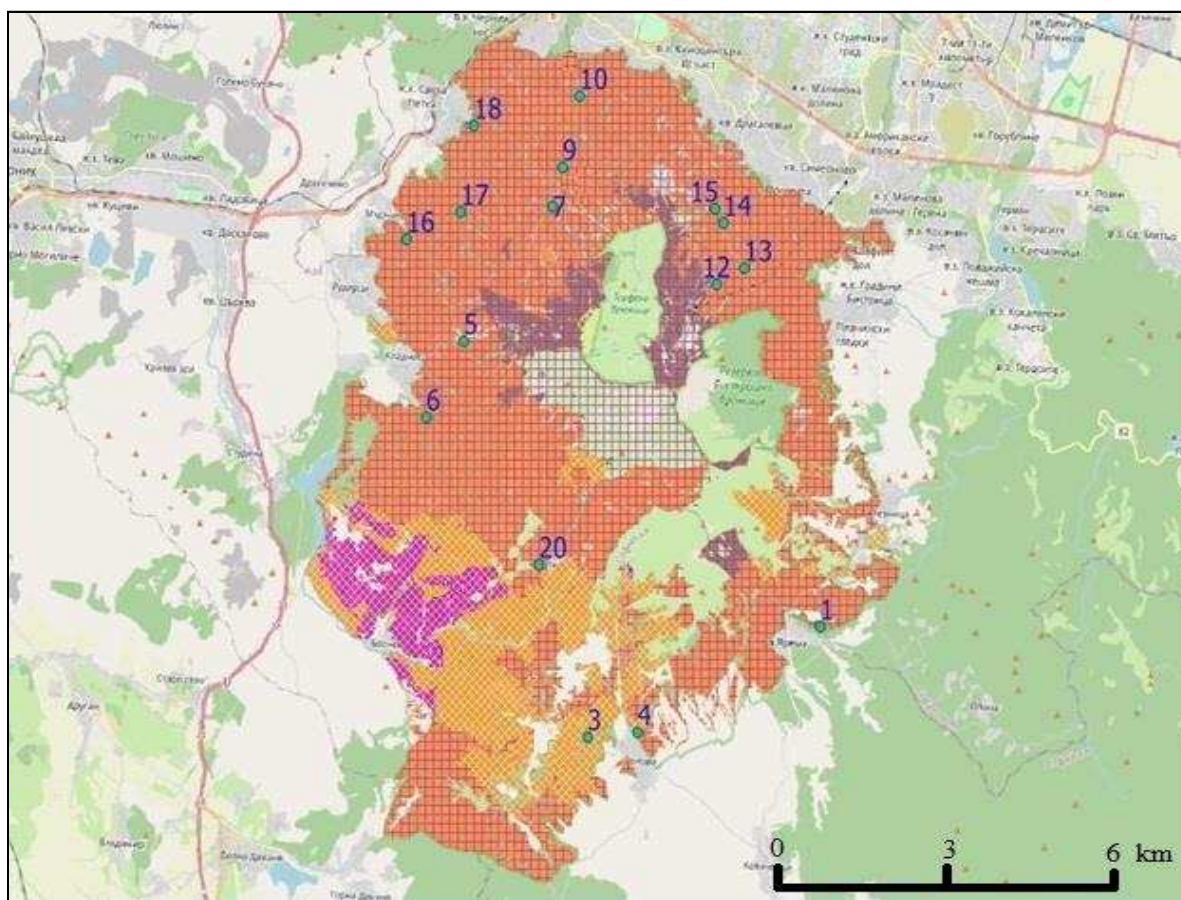


Figure 1. The area of Vitosha Mountain and studied soil profiles of Cambisols

Results and Discussion

Acidification of Cambisols soils occurs due to washing of bases from the profile. Certain vegetation types, such as coniferous forests, contribute it washing of bases with more organic acids to the soil due to the decomposition of acidic plant litter (Steffens, 2018). This is especially common in the territory of Vitosha Mountain where Cambisols are associated with forest ecosystems. The strongly acidic reaction usually extends to a depth of Bw (cambic) horizon, then rises, most often remaining below 6.0. The studied Cambisols have reaction (pH) from slightly acidic to strong acidic (from 6.6 to 4.4). Low values of soil pH leads elements like aluminium and manganese become more soluble and can reach toxic levels for plants. In such acidic conditions, the hydrogen ions in the

soil can attack the crystal structure of clay minerals, causing them to break down (Malinova et al., 2020).

In higher mountain areas, soil exchange acidity also increases. Soil exchange acidity is in the acid positions of the soil adsorbent (exchange aluminium, manganese, zinc, etc. amphoteric cations and eventually hydrogen ions).

Table 1. Exchangeable bases, soil pH, cation exchange capacity and base saturation

Soil profiles	Horizon	Depth cm	pH (H ₂ O)	Ex. Acidity*	Ex. Ca	Ex. Mg	Ex. K	Ex. Na	CEC	Base saturation %
				cmol(+).kg ⁻¹						
1	A	0-9	5.6	1.08	8.78	0.71	0.18	0.03	10.78	90
	Bw	9-28	5.8	1.25	6.14	0.64	0.08	0.03	8.14	85
	C	28-41	5.9	0.67	6.88	0.85	0.07	0.04	8.51	92
3	A	0-5	5.2	2.63	1.01	0.37	0.06	0.02	4.09	36
	Bw	5-36	5.9	1.56	7.11	0.64	0.08	0.03	9.42	83
	C	36-53↓	6.0	1.60	7.56	0.83	0.09	0.04	10.12	84
4	A	0-10	6.0	0.67	8.22	1.00	0.11	0.03	10.03	93
	Bw	10-68	6.3	0.58	8.89	1.23	0.12	0.03	10.85	95
	C	68-88↓	6.6	0.59	9.41	1.76	0.14	0.05	11.95	95
5	A	0-8	5.4	2.93	2.11	0.18	0.03	0.01	5.26	44
	Bw	8-50	5.3	2.19	7.30	0.23	0.03	0.02	9.77	78
	C	50-60↓	5.7	0.81	7.45	0.25	0.03	0.02	8.56	91
6	A	0-18	6.0	0.51	1.88	2.12	0.05	0.01	4.57	89
	Bw	18-68	6.2	0.76	1.71	1.84	0.04	0.02	4.37	83
7	A	0-10	4.6	7.86	0.37	0.68	0.03	0.02	8.96	12
	Bw	10-80	5.1	6.64	1.19	0.90	0.05	0.03	8.81	25
	C	80-92	5.2	4.25	1.23	0.97	0.06	0.03	6.54	35
9	A	0-13	5.0	6.00	0.67	0.09	0.02	0.01	6.79	12
	Bw	13-78	5.0	5.03	0.82	0.14	0.03	0.02	6.04	17
10	A	0-15	5.7	0.75	2.15	0.16	0.06	0.02	3.14	76
	Bw	15-57	5.2	3.59	0.94	0.12	0.04	0.01	4.70	24
	C	57-71	5.5	1.25	1.33	0.16	0.05	0.03	2.82	56
12	A	0-20	5.3	3.30	0.80	0.11	0.04	0.03	4.28	23
	Bw	20-68	5.5	1.93	0.92	0.14	0.03	0.02	3.04	37
13	A	0-20	5.1	4.66	1.66	0.19	0.06	0.02	6.59	29
	Bw	20-50	5.4	2.26	1.95	0.20	0.05	0.02	4.48	50
	BC	50-70	5.7	0.92	0.85	0.10	0.04	0.02	1.93	52
14	A	0-13	6.2	0.59	2.09	0.17	0.04	0.01	2.90	80
	Bw	13-67	6.4	0.42	2.23	0.19	0.05	0.02	2.91	86
15	A	0-10	5.8	0.66	1.48	0.13	0.06	0.02	2.35	72
	Bw	10-60	5.4	1.74	1.35	0.11	0.05	0.01	3.26	47
16	A	0-8	5.8	2.60	1.76	0.94	0.04	0.02	5.36	52
	Bw	8-56	5.4	2.18	1.99	0.80	0.03	0.01	5.01	57
17	A	0-10	4.5	4.44	0.33	0.06	0.02	0.01	4.86	9
	Bw	10-60	5.1	1.59	0.35	0.07	0.03	0.02	2.06	23
	C	60-75	5.5	0.41	0.63	0.08	0.03	0.02	1.17	65
18	A	0-5	5.8	0.42	1.92	0.17	0.05	0.02	2.58	84
	Bw	5-49	5.4	1.43	2.05	0.21	0.04	0.01	3.74	62
	C	49-62	5.5	1.60	0.89	0.68	0.05	0.02	3.24	51
20	A	0-5	4.9	3.21	0.79	0.11	0.03	0.01	4.15	23
	Bw	5-26	4.6	5.57	0.80	0.12	0.03	0.01	6.53	15
	BC	26-40	4.8	4.46	1.28	0.14	0.04	0.02	5.94	25

*-exchange aluminium, manganese, zinc, hydrogen, etc.

In acidic soils, aluminium is more soluble and can reach toxic levels for plants, negatively impacting root development and nutrient uptake (Foy, 1984). Due to the fact that the exchange aluminium, manganese and other amphoteric cations are derived from the strongly acid destruction of the octahedron layer, the presence of exchange acidity is a sign for destruction of clay minerals and of the soil adsorbing complex (Ganev et al., 1990). Examples for the content of exchange acidity in soils are given in Table 1. The highest values of exchange acidity in A horizon with maximum value of 7.86. Expectantly exchange acidity has negative correlation with soil pH and base saturation (Table 3).

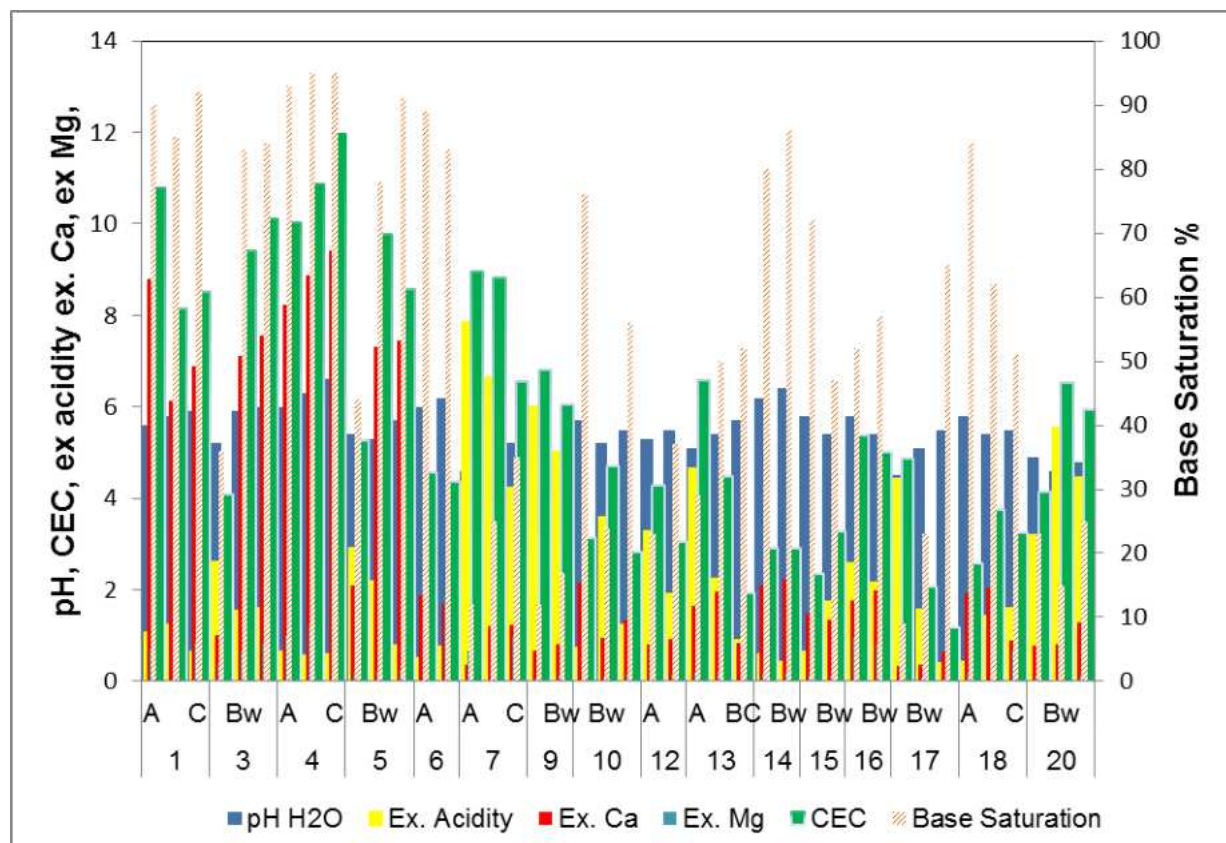


Figure 2. Exchangeable bases, soil pH, cation exchange capacity and base saturation

Cation exchange capacity (CEC) is a measure of a soil's ability to hold and exchange positively charged ions, or cations. It is a crucial property influencing soil fertility, as it affects the soil's capacity to retain essential nutrients such as calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), potassium (K^{+}), and sodium (Na^{+}) (Brady & Weil, 2016). Cambisols' CEC is in low values up to $12 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ due to limited humus content and generally low clay content. The level of calcium in Cambisols can vary depending on the parent material and environmental conditions. In studied soils ex. Ca has mean values about $2.3 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ and it varies from 0.3 to $9.4 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$. All other basic cations as Mg, K and Na are in low values (Figure 2, Table 2).

The degree of bases saturation is a fundamental chemical index for Cambisols classification, which is widely used in soil classification. The sum of the strongly basic exchange cations (calcium, magnesium, potassium, sodium) expressed in percent of the value of the total cation exchange adsorption capacity.

Table 2. Descriptive statistic of physico-chemical properties

	pH_{H_2O}	Ex. Acidity	Ex. Ca	Ex. Mg	Ex. K	CEC	B. S.
Mean	5.5	2.3	2.8	0.5	0.1	5.7	55.6
St. Error	0.1	0.3	0.4	0.1	0.0	0.4	4.4
Median	5.5	1.6	1.7	0.2	0.0	4.9	54.0
Mode	5.4	1.3	0.8	0.1	0.0	#N/A	23.0
St. Deviation	0.5	1.9	2.9	0.5	0.0	2.9	28.6
Range	2.1	7.5	9.1	2.1	0.2	10.8	86.0
Minimum	4.5	0.4	0.3	0.1	0.0	1.2	9.0
Maximum	6.6	7.9	9.4	2.1	0.2	12.0	95.0

Cambisols with base saturation more than 50 % are classified as Eutric Cambisols. These are soil profiles 1, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 14, 16, 18. All other soil profiles are Dystric Cambisols because they have base saturation lower than 50 % in some horizons more than 20 cm deep of the soil profile (IUSS Working Group WRB, 2022).

Table 3. Correlation matrix between different values

	pH_{H_2O}	Ex. Acidity	Ex. Ca	Ex. Mg	Ex. K	CEC	B. S.
pH_{H_2O}	1						
Ex. Acidity	-0.8	1					
Ex. Ca	0.6	-0.4	1				
Ex. Mg	0.5	-0.2	0.4	1			
Ex. K	0.5	-0.4	0.8	0.5	1		
CEC	0.1	0.2	0.8	0.5	0.6	1	
B. S.	0.9	-0.8	0.7	0.5	0.6	0.3	1

There are good correlation between base saturation and all basic cations and soil reaction (Table 3). Cambisols with moderate to high base saturation have favourable conditions for plant growth, while those with low base saturation may need amendments to improve plants to grow.

Conclusion

Studied Cambisols are developing from the combined forest and mountain soil-forming process. Soil acidification occurs due to the washing out of bases from the profile. The studied Cambisols have reaction (pH) from slightly acidic to strong acidic or from 6.6 to 4.4. Low values of soil pH leads elements like aluminum become more soluble in the complex of soil exchangeable acidity. Cambisols' CEC is in low values up to 12 cmol(+).kg⁻¹ due to limited humus content and generally low clay content. The level of exchangeable calcium in Cambisols can vary depending on the parent material and environmental conditions and it has mean value about 2.8 cmol(+).kg⁻¹. The base saturation is more than 50 % in nine of the studied soil profiles that can be classified as Eutric Cambisols. The other seven soil profiles from Vitosha Mountain are unsaturated Dystric Cambisols with low fertility.

Acknowledgments

The current research was performed in the framework of "Study of interrelations in the system "soil - soil microorganisms - tree composition" in forest stands on the territory of „Vitosha“ Nature Park." – KP-06-N56/7" funded by Research Fund of Ministry of Education and Science in Bulgaria.

References

- Andreeva, N. (2014). Geochemical and Mineralogical Characteristics of Soils from the Highest Parts of Vitosha Mountain and the Relationship with the Soil-forming Substrate. – St. Kliment Ohridski University, Sofia, Bulgaria, Ph.D. Thesis, p. 155.
- Bachvarova, S., Georgiev, B. Teoharov M., Krasteva V., Samalieva A.. (2005). Evaluation of Environmental Potential of the Territory of Agrotechparks in the Country and Optimizing the Structure of Agricultural Production. – Scientific Works of NCAS, 2, 3-60.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). The Nature and Properties of Soils (15th ed.). Pearson.
- Donov, V. (1979). Forest Soil Science. – Zemizdat, p.421
- Donov, V. (1993). Forest Soil Science. – Martilen, p. 436.
- Foy, C. D. (1984). Physiological effects of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil. In Soil Acidity and Liming American Society of Agronomy. (pp. 57-97).
- Ganev S. (1989). Fundamental chemical indexes necessary for soil surveys. In: Lectures of soil science. FAO/Bulgaria project TCP/Bul/4502 (T): 166–191.
- Ganev, S. (1990). Contemporary soil chemistry. Science and Art, Ed., Sofia, 371p.
- Hristov, B., Pavlov P., Pesheva B., Petrova K., (2022). The soils of Vitosha mountain, Journal of Balkan Ecology, 25. 2, 143 – 154.
- Hristov, B., (2023). Forest Soils of Bulgaria – Distribution, Properties and Usage, The Journal of Balkan ecology, vol 26, 3. 245 – 256.
- IUSS Working Group WRB. (2022). World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Koynov, V., Kabakchiev I., Boneva K., (1998). Atlas of the Soils in Bulgaria. Zemizdat, Sofia.
- Kulikov A. (1989). Cambisols, Greyzems, Luvisols, Podzoluvisols, Planosols.. In: Lectures of soil science. FAO/Bulgaria project TCP/Bul/4502 (T): 128–139.
- Malinova, L., (2010). Soil Science and Pollution. LTU Publishing House. ISBN 978-954-332-070-7, 236 p
- Malinova, L. (2019). Cambisols, In: M. Teoharov (Ed.), Genetic and Applied classifications of Soils and Lands in Bulgaria. ISBN 978-619-90414-3-7, p. 214.
- Malinova, L., Pavlov P., Hristov B., (2020). Assessment of Acidity of Cambisol Soil in Vitosha Nature Park, Bulgaria, Journal of Balkan Ecology 23 (2), 171- 184
- Steffens, M., Kölbl, A., & Kögel-Knabner, I. (2018). Soil quality assessment based on soil organic matter and cation exchange capacity. Soil Systems, 2(3), 41.

FEASIBLE LOW-CARBON PRACTICES IN ORDER TO IMPLEMENT THE MAIN STRATEGIES AND PROGRAMS OF THE EUROPEAN UNION IN THE AGRICULTURAL SECTOR, TO ACHIEVE THE OBJECTIVES OF THE EUROPEAN UNION IN THE FIELD OF CLIMATE UNTIL 2050 AND OF THE REGULATION OF THE EUROPEAN UNION ON THE ELIMINATION OF CARBON EMISSIONS AND CERTIFICATION OF CARBON AGRICULTURE

Dr. eng. Aleksandr Trifonov, eng. Jechko Iordanov

NGO "Zelena Zemya", Mikrevo vill., Obst. Strumyani, Blagoevgrad region, Bulgaria

e-mails: alexandartrif@gmail.com, iordanovbg@gmail.com

Abstract

The objectives for the implementation of integrated economically efficient and socially acceptable agro-ecological practices for the realization of the main priorities in the agricultural sector in the program period 2021-2027 through integrated carbon practices for reducing the amount of greenhouse gases, to achieve the goals of the European Union, were examined in the field of climate until 2050 and of the Regulation of the European Union for the elimination of carbon emissions and the certification of carbon agriculture. This is a strong challenge to preserve the efficiency of the activities in the agricultural sector. A possible sustainable circular economy model in the agricultural sector with balanced cash flows will be analyzed in accordance with current local legislation.

Key words: carbon farming, circular economy, agroecological practices.

Introduction

One of the strategic directions laid down in the visions, strategies, programs, development guidelines in the fields of environment, agriculture, energy and economy, regional policies, human resources, etc. developed at the national level and at the EU level for the next program period until 2030 . is adapting to and overcoming the consequences of climate change, for which three priorities for climate action have been identified: climate change mitigation, climate change adaptation, and climate change management and information.

In support of the presented European action program on climate change, the "4 per 1000: Soils for food security and climate" initiative adopted at the World Climate Summit in Paris, December 2015 and supported by Bulgaria, putting on the agenda the introduction of low-carbon decentralized practices with the aim of regenerating essential soil nutrients to achieve integrated results, including recarbonization of soils to guarantee their soil fertility and the nutrition of the population, creating conditions for the production of decarbonized (low-carbon) energy by introducing integrated decentralized **BioCCS** practices and from here achieving conditions for mitigating the causes of climate change.

Our national documents unfortunately lack a realistic assessment of the ever more clearly manifested consequences of climate change threatening the implementation of some of the strategic tasks in the management of the national economy – guaranteeing the nutrition of the population, ensuring public health by managing the main components of the environment -soils, water and atmospheric air, ensuring sustainability of ecosystems and territories.

The main problem stems from the lack of innovative approaches to utilize the waste generated in agricultural production, processing plants, logging and wood processing (whose annual quantities are estimated at over 9 million tons per year) as resources,

through carbon negative practices, their use through decentralized and decarbonized practices for retention and storage of organic carbon in soils (**BioCCS practices**), analysis and evaluation of low-carbon innovative global practices for their feasibility in Bulgaria's conditions, construction and functioning of management systems and regional adaptation to climate change, for sustainable development of the regions in Bulgaria.

Introducing a similar approach to managing activities to mitigate the causes and overcome the consequences of climate change through feasible low-carbon practices would prevent and significantly reduce economic damage caused by natural manifestations such as:

- large-scale forest fires caused mostly by arson on stubble;
- quantitative and qualitative losses in the production of basic cereals crops and especially spring crops as a result of permanent droughts and the lack of sufficient amounts of irrigation resources;

In the adopted regulations of the European Commission (EC) regarding the goals and tasks in the field of agriculture of the member states of the European Union (EU) for the implementation of the complex of strategies, they are enshrined in the decisions of the Paris Climate Agreement, the strategy for the implementation of "Circular Economies" and that of the "Green Pact".

The need to introduce such regenerative low-carbon practices is related to the reduction of greenhouse gases from agriculture and the commitments made to reduce net greenhouse gas emissions to collectively achieve climate neutrality by 2035 in the land use, forestry and agriculture sectors economy (EU A new circular economy action plan; 2020), (EC Climate change; 2021).

In connection with the implementation of the objectives of the European Green Deal, proposals for recycling and sustainable carbon storage have been considered, summarized in a communication on "Sustainable carbon cycles" (European Parliament resolution, 2023), which indicates ways to increase the absorption of atmospheric carbon. The European Parliament, with its resolution on sustainable carbon cycles, paved the way for future actions aimed at supporting proactive measures taken by farmers to facilitate the removal of carbon from the atmosphere and reduce the concentration of CO₂ in the atmosphere.

A major task is to capture carbon and return it back to agricultural soils. This would lead to an enhancement of the overall contribution of agriculture in terms of the implementation of recarbonisation practices.

On the other hand, it will economically support farmers by providing additional income. It is for this reason that one of the mainstays of the Common Agricultural Policy is the introduction of low-carbon agriculture and carbon sequestration through agricultural land. For the purposes of monitoring and verifying the authenticity and environmental friendliness of high-quality and sustainable carbon sequestration,

Materials and Methods

Implementation of economically efficient and ecologically efficient decentralized low-carbon practices for resource utilization of biodegradable waste from greenhouse production.

Introducing innovative approaches to the utilization of generated waste as resources and its utilization through carbon negative practices is possible by using the biomass waste resource from greenhouse productions, applying decentralized and decarbonized practices to generate alternative energy and retain and store organic carbon in soils. It is important to develop and implement integrated systems for introducing technological schemes and technological equipment for regenerative agriculture and soil moisture retention. In the long term, the goal is the creation of systems through the justified and

socially acceptable utilization of biodegradable waste from the agricultural sector as resources for perspective regional practices for carbon agriculture in accordance with the principles of the circular approach in economic sectors.

To achieve the specified system of measures, it is necessary to implement BioCCS (biological washing and long-term retention of carbon in soils) practices, to mitigate the global consequences of climate change, to implement circular economy projects using the products and waste from agricultural productions.

With their implementation, integrated benefits of soil recarbonization, carbon capture and storage, reduction of generated emissions polluting the atmosphere from land use and amounts of biodegradable waste will be demonstrated. On the other hand, input products will improve soil fertility and structure.

Introduction of accredited and certified practices for the removal and retention of carbon dioxide from the atmosphere and issuance of carbon certificates will refine the management system for the implementation of low-carbon decentralized practices, which in turn will ensure that the effects are quickly and effectively multiplied in purely economic and social terms.

Results and Discussion

Applicable technologies and technical systems to achieve the goals of carbon agriculture developed and put into practice. One of the most frequently applied technological schemes for regenerative carbon utilization of green waste is composting carried out by means of activated composting in closed containers to guarantee the sanitization of the final product according to the requirements set by both Bulgarian legislation and those of the European Commission (EC REG No. 1069/ 2009; 2009). A three-section closed rotary activated composting system - shown in Figure 1 was developed and implemented.



Figure 1. Rotary closed system for accelerated thermophilic composting

In a number of author's articles (Pelovski et al., 2018; Serafimova et al., 2018; Iordanov et al., 2018; Serafimova et al., 2021) various technical solutions are described in detail of systems for carbonization of waste products in the agriculture sector with the aim of introducing carbon agriculture. A plant for carbonization and biochar production is shown in Figure 2.



Figure 2. Biochar production facility under **BioCCS** practices

Below in Figure 3 are shown results of implementation of integrated low-carbon practices in agriculture (maize production) and forests (afforestation with a carbon pocket by introducing integrated low-carbon **BioCCS** practices) (Kostov et al., 2019; Kostov et al., 2020; Pelovski et al., 2019; Serafimova et al., 2018).

The main directions for implementing integrated low-carbon practices in various sectors of the economy are indicated for:

- utilization of biodegradable agricultural waste for soil recarbonization, guaranteeing soil fertility and feeding the population;
- decentralized wastewater treatment for direct use in agricultural production;
- production of decarbonized energy from agricultural waste;
- obligatory construction of scientific structures accredited and certified according to the current European legislation of practices for removing and retaining carbon dioxide from the atmosphere and for issuing valid carbon certificates;
- expanding the scope of scientific research worldwide and introducing BioCCS practices in sectors: metallurgy, construction products, including building elements and materials for plastering internal walls (with particular efficiency in wine cellars), the production of road surfaces, etc. sectors.



Figure 3. Application of **BioCCS** practices in the production of water-loving agricultural crops – for example, in corn and in afforestation in reforestation projects with highlighted yield and economic effects

The advantages of activated composting technology is the intensified composting process by applying composting accelerators (Kostov et al., 2019) and the conditions created in the closed rotary composting system, which allow to achieve about a threefold reduction in the required time for composting. Results of some greenhouse productions and yields obtained using the described method:

- When producing tomato seedlings, the yield increases by 125-237%. The product appears on the market 15 days earlier.
- The application of this type of compost increases the yield by 114 - 121%.
- In greenhouse production of cucumbers on maturing compost, the yield increases 150-170%, the product appears on the market earlier by 10 to 12 days.

In a number of author's articles (Pelovski et al., 2018; Serafimova et al., 2018; Iordanov et al., 2018; Serafimova et al., 2021) various technical solutions are described in detail of carbonization systems, parameters, qualities of the final product and the possibilities of using biochar in different sectors of agriculture and forestry with the aim of introducing carbon agriculture.

From the point of view of the considered application in greenhouse production, pyrolysis installations with a horizontal chamber are suitable - a schematic diagram of which is shown in Figure 4.

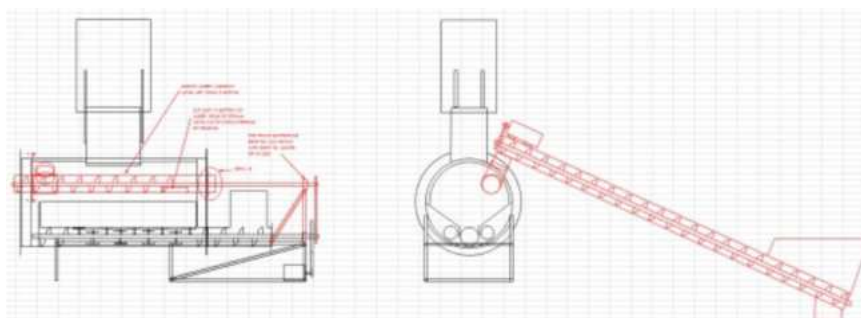


Figure 4. Schematic diagram of a pyrolysis plant with a horizontal chamber

Another approach in integrated systems is the introduction of carbon dioxide to organize plant photosynthesis in greenhouses. The pyrolysis installation with a horizontal chamber shown in Figure 4 allows, without complex technical changes, to separate and remove CO₂ from the gasified flow if necessary, and then connect it to a supply installation with a certain volume and flow rate of carbon dioxide directly returned to the greenhouse space.

Carbon dioxide is needed by plants in chemical reactions (photosynthesis) for the biosynthesis of carbohydrates as the basis of the nutritional and skeletal components of plant cells and tissues, to ensure growth, development and, as a result, an increase in the yields of cultivated crops. The system must include: gas generator, fan, dosing device, gas analyzer, transport line and software control (Supply of CO₂ in the greenhouse; 2022). The principle scheme for the supply of carbon dioxide to stimulate the photosynthesis of plants in greenhouses is shown in Figure 5.



Figure 5. Schematic diagram for supplying CO₂

With the implementation of such a system of feasible low-carbon decentralized practices, it is possible to quickly and efficiently multiply the effects in a purely economic and social plan and, as the ultimate goal, to build the foundations for the introduction of economically justified "green infrastructure", "carbon agriculture" and "green economy".

The proposed practices can also be combined, which allows developing financial and economic models for types of representative projects, which will facilitate interested parties from the "Agriculture" sector in their implementation. The financial effect is achieved by increasing the yield from the planned production and from the saving of CO₂. The investment is one-time, but the effect is multi-year.

Conclusion

The development of national minimum standards for predicting and properly estimating soil carbon sequestration is essential. It is necessary that they reflect the duration of carbon stay in the soil, to evaluate the effectiveness of the applied method.

Getting carbon-rich soil helps farmers' bottom lines by improving soil health and increasing yields.

As a management practice, the presented integrated systems offer significant potential for climate change mitigation. There is a need for further development of monitoring methods and increased practical experience, and improved assessments of carbon farming potential, to increase knowledge and reduce barriers to carbon sequestration for agricultural purposes.

Low-carbon agriculture and animal husbandry cannot be realized without state/municipal intervention and application of the "win-win" principle. Because low-carbon practices are directly related to the country's commitments to the climate, but also to the country's food security, as a quality and affordable product for the population. Intervention could take place through:

- Application of the principles of public-private partnership when providing areas for low-carbon agriculture, commitment to purchase the production for a certain period of time;
- Concession of due taxes (or part of them) for 1-2 years in the case of realized low-carbon agriculture or animal husbandry.

These approaches could be used as a financial-economic modelling exercise by modelling different situations using the "Pyramid Model"(Trifonov A., et al, 2018).

References

- 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>.
- European Parliament resolution of 18 April 2023 on sustainable carbon cycles) 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.
- Iordanov J., Yanev R., Pelovski Y., Serafimova E., Integrated decentralized projects for introduction of regional "Circular economy", resource recovery of waste generated in the production and processing of products in agriculture and forestry through regenerative practices. COLLECTION OF REPORTS FROM INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE“ CONSERVING SOIL AND WATER”, Burgas,Bulgaria , 2018;
- 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.
- Kostov O. , Iordanov J., Yanev R., Pelovski Y., Serafimova E., Objectives and feasible practices for resource utilization of waste from agricultural, forestry and landscape projects for regeneration of soil resources in the Republic of Bulgaria, COLLECTION OF REPORTS FROM A SCIENTIFIC FORUM WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION “ECOLOGY AND GROTECHNOLOGIES - FUNDAMENTAL SCIENCE AND PRACTICAL IMPLEMENTATION ”, Volume 1, 2020;
- 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->;
- Trifonov A., Iordanov J., Integrated decentralized practices for introducing regional "Circular Economies". Journal of Economic Studies, Booklet 6, 2018.

КОМБИНИРАНА МАШИНА ЗА ФОРМИРАНЕ НА ВИСОКА ДЪГООБРАЗНА ЛЕХА, ПОЛАГАНЕ НА МАРКУЧИ ЗА КАПКОВО НАПОЯВАНЕ И МУЛЧИРАЩО ФОЛИО

Спиридон Стоев, Иван Мортев

*Селскостопанска академия, Институт по почвознание,
Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкиров*

e-mails: sid_stoev@abv.bg, ivan_mortev@abv.bg

Резюме

Разработена е технология за формиране на лехобразова повърхност с висока дъгообразна леха, която е доказала своите предимства и се е наложила при производство на зеленчукови, ягодоплодни, етерично-маслени лекарствени и декоративни култури. Изработен е работен орган за извършване на лехообразуване на висока дъгообразна леха с възможности за регулиране на параметрите на почвения профил. Изработен е опитен образец на машина за оформяне на лехобразова повърхност, полагане маркучи за капково напояване и на мулчиращо фолио с оглед създаване на благоприятни условия за отглеждане на културите.

Ключови думи: зеленчукопроизводство, комбинирани машини, профилиране на почвената повърхност, маркучи, мулчфолио.

COMBINED MACHINE FOR FORMING A HIGH ARC-SHAPED BED, LAYING DRIP IRRIGATION HOSES AND MULCHING FOIL

Spiridon Stoev, Ivan Mortev

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection Nikola Poushkarov,
Agricultural Academy*

e-mails: sid_stoev@abv.bg, ivan_mortev@abv.bg

Abstract

A technology has been developed for the formation of a bed surface with a high arc-shaped bed, which has proven its advantages and has established itself in the production of vegetable, berry, essential oil, medicinal and decorative crops. A working tool has been developed for bed formation of a high arc-shaped bed with elevations for adjusting the parameters of the soil profile. An experimental model of a machine for forming a bed surface, laying hoses for drip irrigation, on mulching film was made with a view to creating favourable conditions for crops.

Key words: vegetable production, combined machines, soil profiling, hose laying, mulching.

Въведение

Значителна част от земеделската продукция се получава от зеленчукови, ягодоплодни, етерично-маслени лекарствени и декоративни култури. За получаване на високо количество качествена продукция е необходимо да се създадат условия за развитие на отглежданите култури. Едно от най-важните мероприятия за

създаване на благоприятни условия за тези култури е оформянето и поддържането на почвената повърхност. Това е свързано със запазването на почвеното плодородие и предотвратяване на деградацията и ерозията на почвите, което в настоящия момент е актуален въпрос в световен мащаб (Arvidsson, 1991; Braykov, 2010; Georgiev, 1975; Irinchev 2013; Lal, 1991; Manushkov, 2013; Mitev, 2015). Високата дъгообразна леха е доказала своите предимства и се е наложила в производството на зеленчукови, ягодоплодни, етерично-маслени лекарствени и декоративни култури. (Mortev, Стоев, 2023). Тези култури са интензивни и при тях се налагат многократни преминавания между лехите за дълъг период от време и поддържането на почвената повърхност при традиционния начин на отглеждане е затруднено. От една страна многократното преминаване води до уплътняване на почвата, а от друга страна монтиране на конструкции за отглеждане на културите и други дейности допълнително увеличават работата по терена, което затруднява преминаването на машини. Така се затваря цикъла от трудности при отглеждане. Едно добро решение е мулчирането на почвената повърхност. Не са известни изследвания за отглеждането на гореспоменатите култури на висока дъгообразна леха с мулчиране на почвената повърхност.

Предназначение на комбинираната машина за оформяне на лехобраздова повърхност с висока дъгообразна леха, полагане на капкови маркучи и мулчфолио.

Опитният образец на комбинираната машина за формиране на лехобраздова повърхност, полагане на капкови маркучи и мулчфолио е предназначен за изследване възможностите на машината да извършва операции за формиране на почвената повърхност в оптимално състояние в зависимост от изискванията на културата. Опитният образец на комбинираната машина се изработва за проверяване на техническите характеристики в последващото изследване на така изработения образец. Цел на изработване и изследване на опитния образец на комбинирана машина за формиране на лехобраздова повърхност с висока дъгообразна леха, полагане на капкови маркучи и мулчфолио е определяне възможностите за използване в земеделието, производителността и качеството на работата ѝ.



Фигура 1. Комбинирана машина формиране на лехобраздова повърхност с висока дъгообразна леха, полагане на капкови маркучи и мулчфолио

Техническа характеристика

Техническо описание

Опитният образец (Фигура 1) се състои от следните основни възли: рама, състояща се от тръби 8, свързани в конструкция посредством скоби 11, регулиращи колела 6, триточкова навесна система за присъединяване към трактора, работни органи за разрохкване на почвения слой, осигуряване на рохкава почва за формиране на висока дъгообразна леха 9, наклонени регулируеми работни органи за формиране на висока дъгообразна леха 7, колела за притискане на мулчфолиото, работни органи

за засипване на мулчфолиото с почва. Рамата се състои от стоманени тръби с размери $\Phi 48,3$ mm. Захванати посредством скоби, за да се осигури регулиране на местата на закрепващите елементи 1, 4, 10 на работните органи 2,3,5,9. Тръбата 5 служи за поставяне на ролката с мулчфолиото, стойката 14 служи за закрепване на ролките с капковите маркучи, показани на Фигура 2. Предвидена е възможността към машината да се монтират устройства за перфориране на мулчфолиото и за внасяне на торове. Машината може да работи с мулчфолио с ширина 1000, 1200, 1400 mm. Регулирането се осъществява посредством болтовете на скобите като се развиват, поставят се в необходимото положение и отново се затягат. Регулирането на формата на високата дъгообразна леха се осъществява посредством винтовите механизми 12. Ширината на незасипаната с почва част от формираната леха при фолио 1400 mm. и регулирано разстояние между работните органи 1150 mm. е 900 mm.

Всеки от разрохкващите браздообразуващи работни органи се закрепва към рамата посредством стълбец 10 на него са добавени допълнителни тръби под ъгъл за осигуряване на устойчива работа. Тези тръби са захванати посредством скоби, позволяващи промяна на ъгъла на закрепване за разлика от скобите, които захващат стълбците 1, 4 и 10, които са приспособени да захващат тръби само под 90 градуса. При претоварване на работния орган, за да се предотврати неговото разрушаване скобата може да се завърти спрямо тръбата. Разрохкващите браздообразуващи работни органи 9 имат възможност за промяна на положението в зависимост от желаната широчина на високата дъгообразна леха, широчината на мулчфолиото, изискванията на културите, които ще се засаждат върху лехата и други особености, свързани с конкретния случай. На Фигура 2 поглед от страни и поглед отзад е показана машината, прикачена към трактора, в процес на работа към нея са монтирани ролките с капковите маркучи и ролката с мулчфолио. Работните органи 2 имат възможност да променят своята работна ширина един път като се завъртат около рамата в скобата за закрепване и втори път като се премества втората част на работния орган в други отвори.



поглед от страни



поглед отзад

Фигура 2. Опитен образец на комбинирана машина формиране на лехобразова повърхност с висока дъгообразна леха, полагане на капкови маркучи и мулчфолио агрегатирана към трактор по време на работа

Привеждането на машината от работно в транспортно положение и обратно се осъществява посредством хидравличната навесна система на трактора. По време на транспорт се включват предпазните механизми за осигуряване безопасно движение чрез фиксирано транспортно положение. При необходимост за предвижване на машината по републиканската пътна мрежа тя трябва да бъде оборудвана със светлинна сигнализация и други устройства, осигуряващи безопасно движение по пътищата съобразно закона за движение по пътищата и правилника за неговото приложение.

Транспортиране и транспортно положение

При транспортиране на машината на къси разстояние това се извършва с трактора, с който тя ще работи. Присъединяват се трите окачни точки от лостовата система на хидравличната навесна система на трактора. Привеждането на машината в работно и транспортно положение се осъществява посредством силовия цилиндър от хидравличната система на трактора посредством лостовете в кабината. След като машината е приведена в транспортно положение, преди да започне движение задължително се осигурява срещу спускане посредством предпазен механизъм, който също е вграден в лостовата система от навесната система при евентуална повреда на хидросистемата на трактора машината да бъде обезопасена срещу произволно преминаване в друго положение. Преди разделяне от трактора машината трябва да се спусне върху площадка докато стабилно застане на колелата и работните органи след това се разединяват трите присъединителни звена от лостовата система от хидравличната навесна система на трактора.

На големи разстояния машината се транспортира чрез автотранспорт, а товаро-разтоварните дейности се извършват с подежни механизми или на рампа, по която трактора, с който работи машината, подхожда на заден ход и отделя машината, когато тя се спусне върху транспортното средство.

Технологичен процес

Технологичният процес протича в следната последователност: При движение на агрегата постъпателно машината, теглена от трактора, се придвижва и различните видове работни органи извършват различна работа. Разрохкващите браздообразуващи работни органи се забиват в почвата и подрязват, повдигат и разместват почвените слоеве, подрязват плевелите и растителните остатъци на дълбочината, на която машината е предварително регулирана. Почвеният слой, който се намира пред работния орган се разделя на две части - половината от обема почва се премества надясно и половината наляво като в средата, където се движи работният орган се образува бразда. Лявата половина от почвата на десния работен орган и дясната половина на почвата от левия работен орган се предават на работния орган за формиране на висока дъгообразна леха. Той поема тези порции почва от браздообразуващите работни органи и я придвижва към средата на лехата като същевременно частично я размества и разтрошава. Сложната форма на работния орган, наподобяваща част от пресечен конус, оформя висока дъгообразна леха според указаните изисквания на културата, която предстои да се засажда. Същевременно с това ролките с капкообразуващите маркучи се въртят също благодарение на праволинейното движение на агрегата като предварително техните свободни краища са фиксирани за неподвижни части от полето в началото на лехата, която се образува. Правилното положение на маркучите се определя от направляващи водачи, разположени непосредствено преди ролката с мулчфолиото. Ролката с мулчфолиото се развива на същия принцип. Свободният край се фиксира чрез засипване с почва в началото на лехата, която предстои да се формира. При движение на агрегата напред ролката се върти и фолиото се развива върху така

формираната висока дъгообразна леха. След полагане върху лехата двата края на фолиото се притискат от колелата, за да бъде добре обтегнато и достатъчно добре покрило лехата и цялата ширина на колелата да бъде над фолиото. Притискащите колела се въртят в главини също вследствие на постъпателното движение на трактора. Последният, но доста важен етап от технологичния процес на машината, е засипването на фолиото. Както преди беше описано лявата част от левия браздообразуващ работен орган и дясната част от десния са отхвърлени странично от така формираната висока дъгообразна леха. През този последен етап от процеса тези порции почва засипват по дължина краищата на лехата върху фолиото. Това се извършва най-добре, когато зариващите работни органи се движат близо до притискащите колела.

Техническа характеристика

№ по ред	Параметри	Данни, Стойности	Мерни единици
1	Тип на машината	навесна	
2	Габаритни размери		mm
2.1	Дължина	2150	mm
2.2	Ширина	1600	mm
2.3	Височина	1400	mm
3	Маса	220	kg
4	Работна ширина	1000, 1200, 1400	mm
4.1	На машината	1200, 1400, 1600	mm
4.2	На формираната леха	1000, 1200, 1400	mm
4.3	Ширина на фолиото	1000, 1200, 1400	mm
5	Агрегатиране	0,6; 0,9; 1,4 В зависимост от височината на лехата и почвеното съпротивление.	клас на трактора
6	Скорост на движение	2 - 20	km/h
6.1	Работна	2-10 при условията в точка 5	km/h
6.2	Транспортна	до 20	km/h
7	Дълбочина на обработка	до 300 при условията в точка 5	mm
8	Обслужващ персонал	1 механизатор	брой
9	Площ на съхранение	8	m ²
10	Пътен просвет	300	mm
11	База на машината	1600	mm
12	Ходова част	Ходовата система на трактора	тип
13	Тип на колелата	пневматични	вид
14	Брой на колела	4	брой
15	Размер на гумите	170-406 600-16 ГОСТ 7463-80	цол
16	Налягане в гумите	3	kg/sm ²
12	Колея на трактора	1400-1600	mm
13	Производителност	0,2-1,4 при условията както точка 5	ha/h

Производителността на машината се обуславя от класа на трактора, към който е агрегирана машината, параметрите на лехата, типа и състоянието на почвата и дебелината на мулчиращото фолио. Новите работни органи за формиране на висока дъгообразна леха допринасят за по-висока производителност поради намаляване на съпротивлението на машината. Това се постига чрез наклон на долния ръб на

лехообразувщите работни органи спрямо хоризонталната равнина, така почвата постепенно се издига към средата на лехата, като остава рохкава. Други фактори, влияещи на производителността на машината, са опита на механизатора, времето за техническо обслужване на агрегата, формата на полето и други.

Заключение

Зеленчукови, ягодоплодни, етерично-маслени, лекарствени и декоративни култури са интензивни и са стратегически и икономически важни за земеделието. За получаване на високо количество качествена продукция от тези култури е необходимо да се поддържат благоприятни условия за развитието на отглежданите растения, за което много важен фактор е формиране на подходяща почвена повърхност. Формирането на почвената повърхност за зеленчуковите, ягодоплодните, етерично-маслените и лекарствените култури е сложен проблем, за който има много решения, но не може да бъде решен еднозначно. Необходимо е да се вземат предвид всички особености на отглежданите култури, технологиите на отглеждане, природни и социални фактори и да се избере подходяща система за поддържане на почвената повърхност съобразно конкретните условия. За да бъде машината за формирането на почвената повърхност икономически ефективна е необходимо да отговаря на нуждите на земеделските производители. В нашата страна за земеделските производители, отглеждащи тези култури, е подходящо машината да бъде конструирана за трактор със средна мощност (от клас 1,4). Поради голямото разнообразие от почвени условия и изискванията на отделните култури е предвидена възможност да се регулират параметрите на лехата.

Литература

- Arvidsson, Johan, Inge Håkansson, A model for estimating crop yield losses caused by soil compaction Soil and Tillage Research Volume 20, Issues 2–4, June 1991, Pages 319-332.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016719879190046Z?via%3>
- Braykov, Ivan, Optimizing the working speed during tillage during pepper growth period, Collection of scientific reports of the international scientific conference 50 years Forestry University, April 1-2, 2003. pp. 58-60.
- Dedousis, A., Bartzanas, T, Soil Engeneering, 2010
https://books.google.bg/books?hl=bg&lr=&id=AyLNvwX9hzcC&oi=fnd&pg=PA2&dq=+soil+tillage+machine+in+permanent+crops&ots=GfKJc6dnNn&sig=yylZOPc29p8jgK3J8Dyr89qTWBc&redir_esc=y#v=onepage&q=soil%20tillage%20machine%20in%20permanent%20crops&f=false
- Georgiev I., S. Stanev, S. Shishkov, Agricultural Machinery, Sofia 1975.
- Irinchev, D., Power of an agricultural tractor during pulling operations, Agricultural University - Plovdiv, Agricultural Sciences, Year IV Issue 12, 2013, pp. 109- 111.
- Lal R., Tillage and agricultural sustainability, Soil and Tillage Research, Volume 20, Issues 2–4, June 1991, Pages 133-146
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016719879190036W>
- Manushkov, Stiliyan, Georgi Mitev, Zhivko Demirev, Machines for tilling the soil without turning the layer, Scientific works of Ruse University - 2013, volume 52, series 1.1, 191 -197 Ruse University, Ruse, Bulgaria
<http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp13/1.1/1.1-34.pdf>
- Mitev, Georgi, Innovative technology for protecting agricultural lands from degradation, International scientific journal "Mechanization in agriculture" YEAR LXI, ISSUE 6, p.p. 3-6 (2015) WEB ISSN 2534-8450; PRINT ISSN 0861-9638,
<https://stumejournals.com/journals/am/2015/6/3.full.pdf>

Mortev Ivan, Spiridon Stoev, Technologies and machines for the formation of row furrowing bed surfaces for growing vegetables, berries, essential oils and medicinal crops, Proceedings of the scientific forum with international participation “Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization”, Volume 5, December 5, 2023, Sofia, ISSN 2683-0663 (on-line), pp. 245-255.

<https://issapp->

[pushkarov.org/sites/default/files/pictures/ecology_and_agrotechnologies_vol_5.pdf](https://issapp-pushkarov.org/sites/default/files/pictures/ecology_and_agrotechnologies_vol_5.pdf)

Specialized machinery for vegetable crops

<https://opticom-bg.com/zelenchuko-proizvodstvo/>

Tractor Bolgar MTZ-80, Operation and maintenance manual

КЛАСИФИКАЦИЯ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА ТЕРМИЧНО РАЗЛАГАНЕ НА ДЪРВЕСИНА

Крум Станчев*

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

**e-mail: krum.st.stanchev@gmail.com*

Резюме

Извършена е класификация на технологиите за термично разлагане на дървесина. Направената класификация е от ключово значение за избора на подходяща технология, в зависимост от поставените цели. Показани са основните предпоставки за производство на биовъглен и обоснована е необходимостта от внасянето му в почвата. Различните технологии за термично разлагане на дървесина предлагат разнообразни възможности за производство на биовъглен, биогорива, синтетични газове, което ги прави важна част от устойчивото управление на биомасата и енергийните ресурси.

Ключови думи: биовъглен, класификация, пиролиза, дървесина, биомаса, енергийни нужди.

CLASSIFICATION OF TECHNOLOGIES FOR THERMAL DECOMPOSITION OF WOOD

Krum Stanchev

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

**e-mail: krum.st.stanchev@gmail.com*

Abstract

A classification of technologies for the thermal decomposition of wood has been carried out. The proposed classification is crucial for selecting the appropriate technology, depending on the set objectives. The main prerequisites for biochar production are presented, and the necessity of its incorporation into the soil is substantiated. Different technologies for the thermal decomposition of wood offer various possibilities for the production of biochar, biofuels, and synthetic gases, making them an essential part of the sustainable management of biomass and energy resources.

Key words: biochar, classification, pyrolysis, wood, biomass, energy needs.

Въведение

Термичното разлагане е термохимичен процес на топлинно разлагане на биомаса или друга органична материя в условия на висока температура и безкислородна среда (Sasongko, 2015). На практика това е основна химична реакция, която предшества процесите на горене и газификация. Крайният продукт е смес от твърди (пиролизен биовъглен), течни (биомасло) и газови съставки (метан,

водород, въглероден оксид и въглероден диоксид). Съотношението на тези фракции в голяма степен зависи от използвания метод на термичното разлагане, характеристиките на биомасата и параметрите на реакцията (Kulakov and Veremeychik, 2013).

Термичното разлагане на дървесина може да се извърши на отдалечени места и в относително малък мащаб, което спомага за подобряване на енергийната ефективност на процеса и намаляване на разходите за транспорт, товарене и разтоварване. (Marinov et al., 2013). Критичен момент при протичането на процеса е предаването на топлината, тъй като този процес е ендотермичен и е необходимо да се осигури достатъчно топлообменна повърхност, за да се гарантира добро загряване (Edenhofer, 2015). Като цяло термичното разлагане предлага гъвкав и атрактивен начин за конвертиране на твърда биомаса в лесни за съхраняване и транспортиране продукти, които могат успешно да се използват за производство на топлинна и електрическа енергия, химикали и други (Klochkov, 2009).

Резултати и обсъждане

Изисквания към използваната биомаса

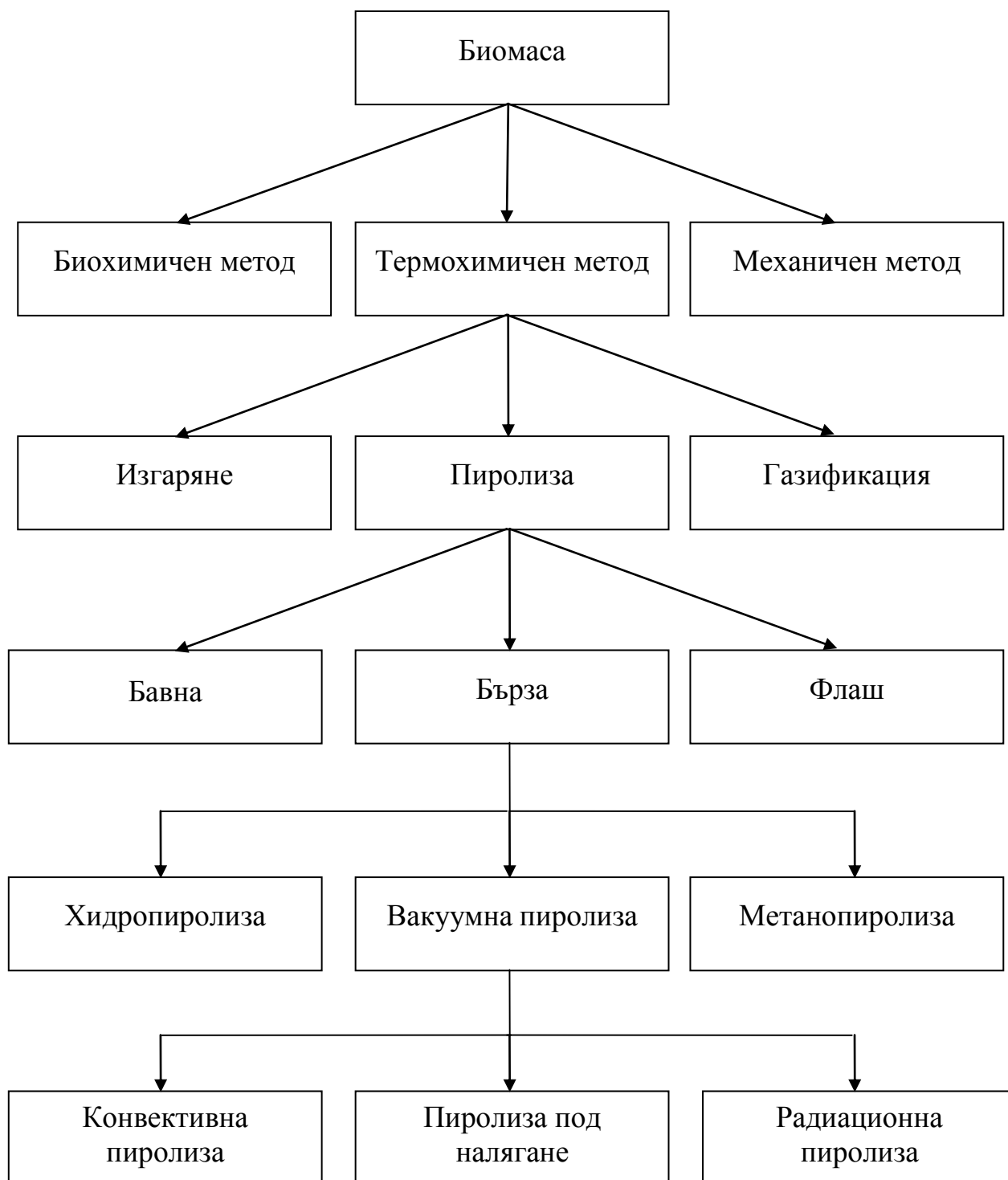
На термично разлагане на дървесина може да се подложи на практика всяка органична материя. Този факт позволява използването на различни видове биомаса: от селскостопански отпадъци до твърди битови отпадъци. Добре е да се има предвид обаче, че процесът е силно зависим от съдържанието на влага в суровината. Препоръчително е влажността да не превишава 15%, като за подходяща се счита влажността от порядъка на около 10%. При по-високо съдържание на влага се отделят големи количества вода, а при по-ниски нива съществува риск продуктът от процеса да бъде предимно прах, а не масло.

В случаите, в които съдържанието на влага в биомасата превишава препоръчителните нива, преди да се престъпи към термичното разлагане е добре биомасата да бъде подложена на предварително изсушаване. Сред факторите, оказващи влияние на протичането на процеса и на неговата ефективност е и размерът на отделните частици на биомасата (Spaar, D. 2006). В повечето случаи се препоръчва използването на суровина с размер на частиците до 2 mm, с оглед на необходимостта от бързо пренасяне на топлината между тях. По тази причина често се налага, преди да бъде подложена на пиролиза, биомасата предварително да бъде смляна, за да се постигнат подходящите размери (Smolskaya, 2013).

Сред често използваните суровини са дървесина и дървесни отпадъци, енергийни култури като бързо растящи дървесни видове, селскостопански отпадъци и други. Освен влагосъдържанието, върху протичането на процеса влияние оказва и съдържанието на пепел в суровината. От икономическа гледна точка е добре да се вземат предвид разходите по производство, събиране и транспортиране и т. н.

Методи за преобразуване на биомаса

Основните методи за термично разлагане на дървесина могат да бъдат разделени на три групи, които са показани на Фигура 1. Биохимичното преобразуване е обработката на биосуровини с използване на биологично активни микроорганизми и биологични катализатори в такива горива като биоетанол, биодизел и биогаз. Механичното преобразуване е един от най-старите методи за преобразуване, чийто продукт е растителни масла, получени чрез методи на пресоване и екстракция. Термохимичното преобразуване на биомаса отвъд традиционното изгаряне включва газификация и пиролиза, което от днешна гледна точка изглеждат най-обещаващите.



Фигура 1. Основните методи за термично разлагане на дървесина

Пиролизата на дървесина е термохимичен процес, при който дървесината се разлага под въздействието на висока температура в отсъствие на кислород (Geiss, 2015). Това води до образуването на различни продукти, като газове, течности и твърди вещества, които могат да се използват за различни индустриални и енергийни цели (Tsyanov and Klochkov, 2012). Процесът на пиролиза на дървесина може да бъде класифициран по различни критерии, включително по температурата, времето на задържане и начините на провеждане.

Температура на процеса

Температурата на пиролизата е основен фактор, който определя характеристиките на продуктите, получени от разлагането на дървесината.

В зависимост от температурата пиролизата може да бъде:

- Нискотемпературна пиролиза (200-300°C). При тези температури процесът води до образуване на основно течни продукти (като биомаса), които са полезни за производство на биогорива. Получават се също и някои газови компоненти, като метан и етан.
- Среднотемпературна пиролиза (300-500°C). Това е най-често срещаният температурен диапазон за пиролиза на дървесина. При тези условия се образуват газови и течни продукти, като въглеводороди и органични съединения, а твърдият остатък (пиролизният въглен) също е важен продукт.
- Високотемпературна пиролиза (над 500°C). При тези условия се получава значително по-малко количество течни продукти и повече газови съединения. Пиролизата при висока температура води до максимално разлагане на органичните съединения, като в резултат на това се получава чист въглен.

Продължителност на процеса

В зависимост от продължителността на процеса, пиролизата може да бъде разделена на:

- Бърза пиролиза. Процесът се осъществява за кратко време, обикновено в рамките на секунди до минути. Бързата пиролиза е подходяща за максимално извличане на течни продукти и се използва в индустриалните технологии за производство на биоокислени масла и биогорива.
- Бавна пиролиза. Това е процес с по-дълго време на задържане, което може да отнеме часове. В този случай се получават повече твърди остатъци, като пиролизен въглен. Бавната пиролиза е основна технология за производство на активен въглен и други твърди материали.
- Флаш-пиролиза. Характеризира се с изключително висока скорост на нагряване, водеща до преобладаване на газообразни продукти.

Вида на получените продукти

Основните продукти на пиролизата на дървесина са:

- Газове. Това включва въглероден диоксид (CO_2), въглероден оксид (CO), метан (CH_4), етан, пропан и други летливи съединения. Газовете могат да се използват за производство на енергия или да се преработват за получаване на химически съединения.
- Течности. Те включват органични съединения като воден дестилат, биомасови масла, въглеводороди и други химически вещества. Течностите могат да се използват като гориво или да се подложат на допълнителна преработка за получаване на биогорива.
- Твърди остатъци. Тези продукти включват пиролизен въглен, който може да се използва в енергийното производство или в производството на активен въглен за различни приложения.

Методи на термичното разлагане на дървесина

Термичното разлагане може да се осъществява чрез различни методи, като:

- Конвективна пиролиза. В този процес топлината се пренася към материала чрез въздух или газове.
- Радиационна пиролиза. При този метод топлината се пренася чрез радиация, без да се използват газови потоци.

➤ Пиролиза под налягане. Извършва се при високо налягане, което влияе на процеса и продуктите.

Класификация на устройствата за термичното разлагане

Термичното разлагане може да бъде извършено чрез различни видове устройства, които влияят на процеса. Основните видове устройства са:

➤ Пиролизни пещи (реторти). Те са най-старият и най-прост тип устройства за пиролиза, при които дървесината се загрява в контейнер без кислород. Тези пещи могат да работят при различни температурни и времеви условия.

➤ Пиролизни реактори с неподвижно легло. В тези устройства дървесината се поставя в неподвижен слой и се загрява. Те са широко използвани за бавна пиролиза.

➤ Пиролизни реактори с въртящо се легло. В тях дървесината се поставя в въртящо се легло, което осигурява по-добро смесване и равномерно нагряване. Тези устройства могат да се използват както за бърза, така и за бавна пиролиза.

➤ Пиролизни реактори с флуидизирано легло. В тях дървесината е разположена в поток от горещ въздух или пара, което позволява бързо нагряване и равномерно разпределение на температурата. Тези устройства са подходящи за бърза пиролиза.

Характеристики на получените продукти

Както бе споменато, основните продукти на пиролизата са течни, твърди и газообразни продукти. Суровото пиролизно масло представлява гъста тъмна кафява течност, която по отношение на съставните си елементи се доближава до състава на биомасата. Характеризира се с малко по-висока калоричност и основно се състои от окислени въглеводороди. Полученото от процеса пиролиза масло не се препоръчва за директна употреба в стандартни двигатели с вътрешно горене. То обаче може да бъде подобро или разградено до течни въглеводородни горива, а също така преработено до синтетичен газ и използвано за производството на биодизел. Пиролизното масло, също така се счита за подходящо за използване в процеса на съвместно изгаряне, то изгаря по-лесно, в сравнение с твърдите горива, а в същото време е по-евтино за транспортиране и съхранение. Пиролизното масло се явява и важен източник на органични съединения и специални химикали.

Получените твърди продукти от пиролизата (биовъглена) може да се използва в земеделието, в химическата промишленост и за енергийни нужди. Едно от възможните му приложения е свързано с ограничаване на въглеродните емисии. Известно е, че изгарянето и разграждането на дървесната биомаса и селскостопанските остатъци е свързано с отделянето на големи количества въглероден диоксид. Счита се, че пиролизният въглен може да съхрани този въглероден диоксид в почвата и по този начин да ограничи емисиите от парникови газове, а в същото време подобрява характеристиките на почвата, като повишава съдържанието на хранителни вещества, допринася за задържането на водата в почвата и предотвратява извличането на хранителни вещества. Също така често полученият въглен се смесва с вода или пиролизно масло за получаване на течен продукт.

Полученият при процеса пиролизен газ се състои основно от въглероден окис и водород, които обикновено заемат около 85%. Други съставки са въглероден двуокис, азот, метан и различни други въглеродни газове. Тъй като този газ е калоричен, той може да се използва като гориво за производството на електроенергия или пара. Може да се използва и като суровина в нефтохимическата и рафиниращата промишленост. Добре е да се има предвид, че калоричността на получения газ зависи от изходната суровина.

Заклучение

Технологиите за термично разлагане на дървесина предлагат широк спектър от възможности за производство на ценни енергийни и химически продукти. Класификацията на тези технологии позволява оптимизиране на процесите в зависимост от желания резултат, като производство на биовъглен, биогорива, синтетични газове и индустриални химикали. Изборът на конкретната технология се определя от поставените цели и от основните управляеми фактори, влияещи на протичане на процеса.

Термичното разлагане на дървесина е сложен процес, който може да се адаптира към различни нужди и условия. Класификацията на процеса помага за оптимизиране на използваната технологията и максимално използване на ресурсите. В зависимост от температурните условия, времетраенето на процеса и използваното оборудване, може да се постигнат различни резултати, които отговарят на специфичните изисквания на индустрията.

Термичното разлагане на дървесина представлява гъвкав и ефективен метод за трансформация на биомасата в ценни горива и химически суровини. Различните видове пиролиза предлагат разнообразни възможности за оптимизация в зависимост от поставените цели. По-нататъшните изследвания в тази област ще допринесат за развитието на устойчиви технологии за използване на възобновяеми ресурси.

Литература

- Edenhofer, O. 2015. Renewable energy sources and climate change mitigation. Brussels: IPCC. p. 247.
- Geiss, J. 2015. The European Union chooses new energy <http://bioethanol.ru/bioethanol/news/intervju>.
- Klochkov, A. V. 2009. Bioenergy in agriculture: scientific and methodological manual. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, p. 64.
- Kulakov, G. T., E. G. Veremeychik. 2013. Forecasts for the development of global energy until 2030. Science - education, production, economics: materials of the 11th Int. scientific and technical conf. Minsk: BNTU, V. 1. 99-100.
- Marinov, K., Gochev, Z., Stoilov, S. 2013. Technological opportunities survey of forest short rotation plantations in Bulgaria for energy biomass production. Innovation in woodworking industry and engineering design, ISSN 1314-6149, Vol II, 1/2013, pp. 148-182.
- Sasongko, N. A. 2015. Comprehensive evaluation of integrated energy plantation model of palm oil and microalgae based biofuel for sustainable energy production. Energy Procedia. V. 68, №4. 226-235.
- Smolskaya, N. A. 2013. Renewable energy in Belarus: assessment of the state and prospects for growth. Scientific works of the Belarusian State Economic University. Vol. 6. 363-370.
- Spaar, D. 2006. Renewable plant raw materials (production and use). St. Petersburg: Pushkin, Book 1. p. 416.
- Tsyganov, A. R., A. V. Klochkov. 2012. Bioenergy: energy potential of biomass. Minsk: Belarus. Science. p.143.

ОПТИМИЗИРАНЕ НА КАПКОВОТО ПОКРИТИЕ НА РОТАЦИОНЕН РАЗПРЪСКВАЧ С ХИДРАВЛИЧНО ЗАДВИЖВАНЕ ЗА ЕКОЛОГОСЪОБРАЗНА РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА

Елена Димитрова*, Иван Мортев, Благой Еленов, Георги Костадинов

*Селскостопанска академия, Институт по почвознание,
Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкиров”*

**e-mail: e.dimitrova@issapp-pushkarov.org*

Въведение

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 при прилагането на ротационни разпръсквачи. Като се има предвид това в настоящото изследване се постави следната цел:

Обосноваване на параметрите и режимите на работа на ротационен разпръсквач с хидравлично задвижване за получаване на оптимално капково покритие.

Методика на експерименталните изследвания

Избор на параметри и управляеми фактори

На база на литературни данни и предварителни изследвания е прието за показател определящ качеството на капковото покритие среднообемния диаметър на капките, D^3 , той е изчислен по формулата:

$$D^3 = \frac{\sum_{i=1}^n D_i^3}{n}$$

където: D^3 е среднообемния диаметър;
 D_i - диаметър на $i^{тава}$ капка
 n - броят на капките.

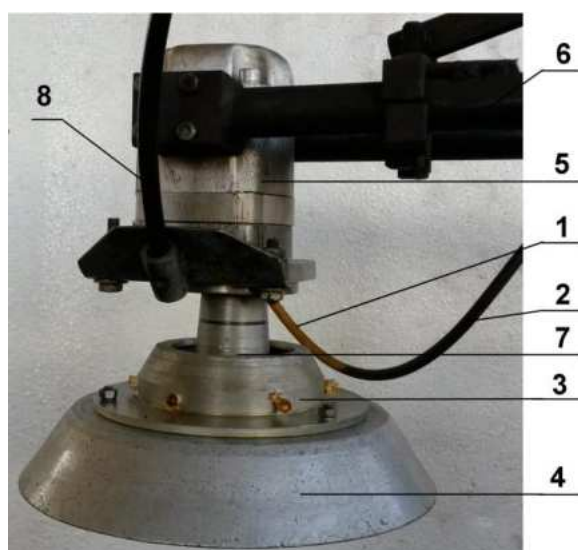
За управляеми фактори са избрани, дебита на работната течност подавана към разпръскащия работен орган или количеството изразходвана течност за единица време $D, l \cdot min^{-1}$ и съответна кодирана стойност (X_1); честотата на въртене на разпръскащия работен орган n, min^{-1} (X_2), и разстоянието от центъра на разпръскащия работен орган до центъра на зоната на отчитане на диаметъра на капките (радиус вектор) R, m (X_3) [2,5,6]

Таблица 1. Матрица на експеримента
Table1. Matrix of experiment

Фактори/Factors		Кодирани стойности/ Натурални стойности Coded value of the factors/ Natural value of the factors				
Дебит / Debit, l.min ⁻¹	X ₁	- 1 / 0,8	0 / 1,8	1 / 2,8		
Честота на въртене / Rotation speed, n, min ⁻¹	X ₂	- 1 / 1455	0 / 2000	1 / 2545		
Радиус вектор на факела / Radius vector, R, m	X ₃	-1 / 0,4	-0,5 / 0,8	0 / 1,2	0,5 / 1,6	1 / 2

Обект на изследването

В ИПАЗР "Н. Пушкиров" е разработен ротационен разпръсквач (Фигура 1).

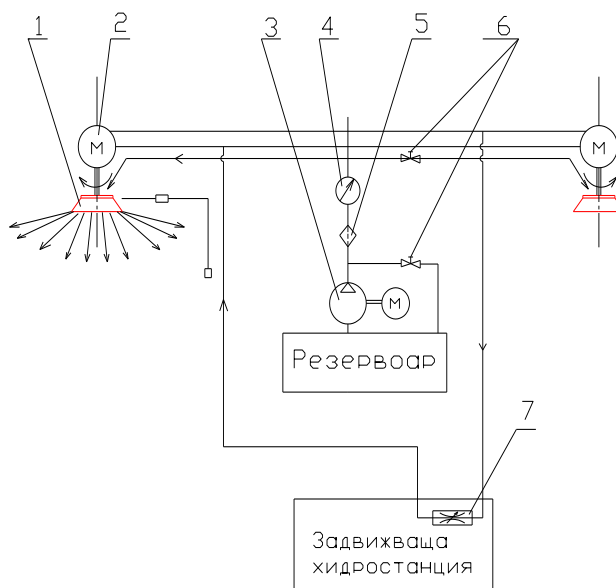


Фигура 1. Ротационен разпръсквач
 разработен в ИПАЗР "Н.Пушкарров"
Figure 1. Rotary Sprinkler developed in
 IPSAZ "N.Pushkarov"

Разпръсквача работи на база на центробежните сили създадени от въртящи се разпръскващи работни органи 4. Разпръскващия работен орган 4 е с диаметър 254 mm. Технологичния процес протича по следния начин: Тръбопровода 8 захранва разпръсквача с работна течност. Въртеливото движение на разпръсквача се създава от хидромотор 5 свързан към хидравличната система на трактора посредством тръбопроводите 6. Тръбопроводите 6 изпълняват функция на рама върху която целия разпръсквач се свързва към рамата на пръскачката и същевременно с това захранват хидромотора с хидравлична течност под високо налягане и така създават в него движещата сила която задвижва разпръсквача. Освен това посредством дебита подаден към хидромотора се регулира неговата честота на въртене и от там едрината на капките. Посредством вал 7 той завърта корпуса 3.

Схема на опитната постановка

Обектът на изследването Фигура 1 е поставен на стенд. Схемата на стенда е показана на Фигура 2. От схемата на опитната постановка се вижда, че има монтирани два разпръсквача.



Фигура 2. Схема на опитната постановка

Figure 2. Scheme of experimental layout

1. Разпръсквач/ Sprinkler; 2. Хидродвигател/Hydromotor; 3. Помпа/Pump;
4. Манометър/Pressure gauge; 5. Дебитомер/ Flowmeter; 6. Кран/ Crane;
7. Блок клапан/ Block valve

Двата разпръсквача са свързани последователно, което предполага една и съща честота на въртене. Хидравличната станция подава масло под налягане, чиито дебит се регулира от блок клапана 7 и по този начин може да се регулира честотата на въртене на разпръсквачите в много широки граници. От резервоара посредством помпа 3 работния разтвор се изпомпва по тръбопровода, преминава през дебитомера 5 и манометъра 4 и достига до разпръсквача. Посредством кран и измерване с дебитомера 5 се подава желания дебит на разпръсквача. Към другия разпръсквач е спряно подаването на течност с кран. На работния орган на този разпръсквач се залепва индикаторна лепенка и чрез измервателен уред за сензори „ALMENO” се проверяват оборотите на въртене на работните органи [1].

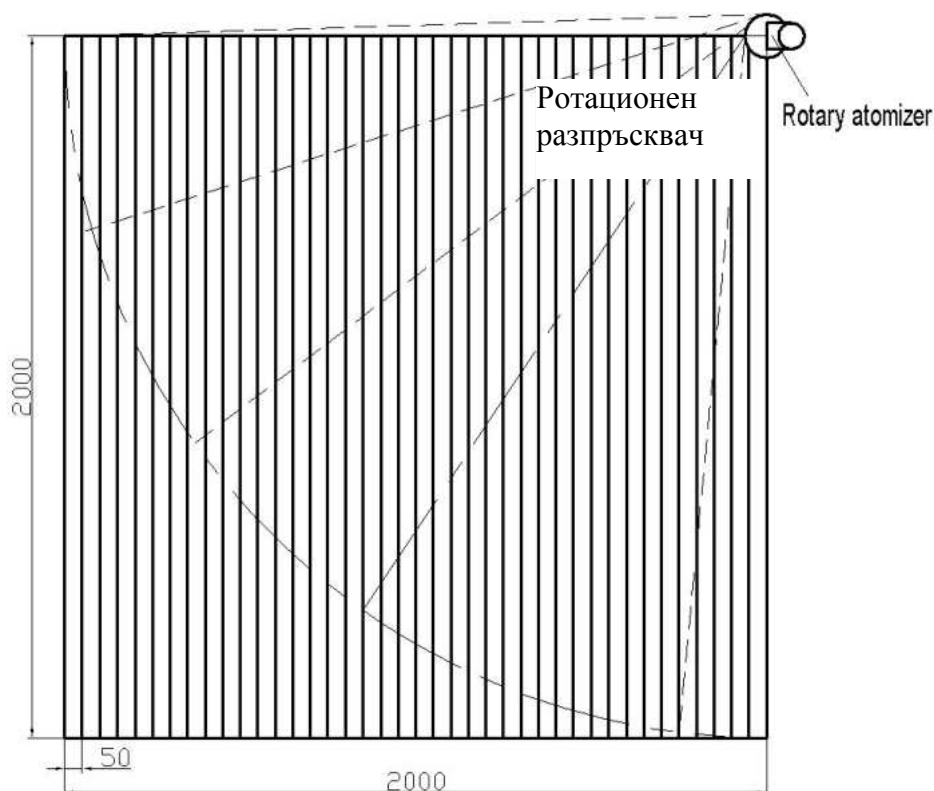
Експериментите са проведени в затворено безветрено помещение при температура на въздуха $t_a=20^\circ\text{C}$. Като работна течност е използвана вода с температура $t_w=18^\circ\text{C}$. Изследвано е разпределението на работната течност по работната широчина на разпръсквача за трите режима на работа на разпръсквача при различни дебита. Дебитите са избрани от работния диапазон на разпръсквача (Таблица 1). Тяхното измерване и поддържане е извършвано с AAMS Passive Flow Meter Sprayers. На Фигура 3. е показан общия вид на стенда за измерване на разпределението.



Фигура 3. Общ вид на улейната събираща тава

Figure 3. Overview of the patternation system

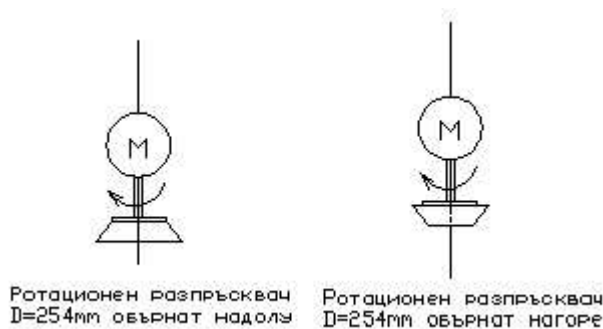
Той представлява улейна тава с посочените на фигурата размери и дълбочина на улеите 100 mm. Изработен е съобразно изискванията на ISO 5682-1/1996.



Фигура 4. Схема на сектора в който се провежда експеримента

Figure 4. Scheme of the sector in which the experiment is conducted

Общият брой на улеите е 40. Течността от улеите е събирана в пластмасови съдове. Количеството събрана течност от всеки улей е измервано по тегловен метод с помощта на везна Bimco B3P с точност $d=0,1g$. Получените стойности в зависимост от продължителността на опита са привеждани в ml/min. Стойността за всеки улей (x_i) е получавана на базата на три опита. С помощта на тавата се измерва събраната течност от сектор с големина $\frac{1}{4}$ от получавания от разпръсквача факел (Фигура 3). За половината от факела количеството течност се получава по израза $A_i=2 \cdot x_i$ ($i=1, \dots, 20$), откъдето чрез огледален образ на този вектор се получават стойностите и за другата половина от факела, и в крайна сметка и за цялата ширина на разпръсквача [3,7].



Фигура 5. Начини на разполагане на разпръскващия работен орган
Figure 5. Ways of deploying the spraying body

Опитите са проведени по пълен факторен експеримент. Изследвани са два варианта на разположение, нагоре и надолу (Фигура 5).

Тъй като работната ширина на факела получава от един ротационен разпръсквач при изследваните варианти е до 4 m при симулирането е възможно презастъпване на работните широчини на четири разпръсквача. За ускоряване на процеса на обработване на резултатите бе разработена програма на C++, която симулира процеса на възможното взаимно разположение между ротационните разпръсквачи и дава като изходен резултат полученото разпределение на работната течност по широчината на щангата. Прието е минималното разстояние на разполагане между два разпръсквача при симулацията да е 0,75 m. Симулирането е извършено със стъпка 0,05 m. Възможните стъпки на разполагане на разпръсквачите са определени от условието отклонението от средното по дължината на щангата да не е повече от $\pm 10\%$ [8,9].

Резултати и обсъждане

Резултатите за параметъра D^3 са обработени с програмния продукт *STATISTICA*. Получените резултати по методите на регресионния анализ са показани в Таблица 2.

След проверка на значимостта на коефициентите и изключване на незначимите се получават регресионните уравнения:

При разпръсквач обвърнат нагоре $D^3_{\Gamma} = 0,38 - 0,08x_2 + 0,17x_3 - 0,09x_2x_3$

При разпръсквач обвърнат надолу $D^3_D = 0,45 - 0,10x_2 + 0,18x_3 - 0,07x_2x_3$

където x_2, x_3 са кодираните стойности на управляемите фактори.

Таблица 2. Резултати от обработката на опитните данни с програми STATISTICA

Table 2. Data results of processing with program STATISTICA

N=45	Regression Summary for Dependent Variable: D ₃₀					
	R= ,95131860 R ² = ,90500708 Adjusted R ² = ,88058033 F(9,35)=37,050 p<,00000 Std.Error of estimate: ,05468					
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(35)	p-level
Intercept			0,384368	0,020668	18,59729	0,000000
X1	0,082894	0,052097	0,015885	0,009984	1,59115	0,120568
X2	-0,392901	0,052097	-0,075293	0,009984	-7,54173	0,000000
X3	0,773286	0,052097	0,171113	0,011528	14,84323	0,000000
X12	0,075211	0,052097	0,017652	0,012227	1,44367	0,157725
X13	0,060882	0,052097	0,016500	0,014119	1,16863	0,250450
X23	-0,340366	0,052097	-0,092243	0,014119	-6,53333	0,000000
X11	0,061832	0,052097	0,020523	0,017292	1,18686	0,243276
X22	-0,097580	0,052097	-0,032389	0,017292	-1,87304	0,069434
X33	0,085069	0,052097	0,031819	0,019486	1,63290	0,111455

При разпръсквач обърнат нагоре

N=39	Regression Summary for Dependent Variable: D30, mm					
	R= ,88725703 R ² = ,78722504 Adjusted R ² = ,72119144 F(9,29)=11,922 p<,00000 Std.Error of estimate: ,09631					
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(29)	p-level
Intercept			0,451899	0,039039	11,57547	0,000000
X1	0,122224	0,092081	0,027005	0,020345	1,32735	0,194747
X2	-0,473800	0,092081	-0,104683	0,020345	-5,14549	0,000017
X3	0,644465	0,102678	0,183598	0,029251	6,27658	0,000001
X12	0,013940	0,086534	0,003804	0,023616	0,16110	0,873133
X13	-0,049732	0,094557	-0,016939	0,032206	-0,52595	0,602922
X23	-0,213237	0,094557	-0,072629	0,032206	-2,25513	0,031846
X11	-0,066984	0,086274	-0,025583	0,032951	-0,77641	0,443796
X22	-0,012460	0,086274	-0,004759	0,032951	-0,14443	0,886162
X33	0,003261	0,100610	0,001479	0,045637	0,03241	0,974368

При разпръсквач обърнат надолу

Адекватността на регресионните модели за определяне на параметъра D^3 е потвърдена.

Коефициентите на определеност $R^2=0,90$ и $R^2=0,78$ и показва, че 90% и 78% от изменението на параметъра D^3 се влияе от управляемите фактори и се описва с така представения модел. Получените изчислени стойности за критерия на Фишер $F(9,35)=37,05$ и $F(9,29)=11,92$

съответните им вероятности $p=0,00 < 0,05$ показва, че модела описва значителна част от изменението на параметъра.

Проверка на значимостта на факторите

Степента на влияние на управляемите фактори се определя с помощта на програмния пакет STATISTICA. Проверката е проведена като последователно се изключват всеки един от факторите в модела.

Сравняват се получените коефициенти на определеност R^2 , факторът показал най-ниски стойности се определя като най-силно влияещ [10].

Установено е, че факторът x_3 влияе най-съществено при него се получава най-нисък коефициент на определеност (Таблица 3). Факторът x_1 влияе най-слабо, а факторът x_2 заема средно положение.

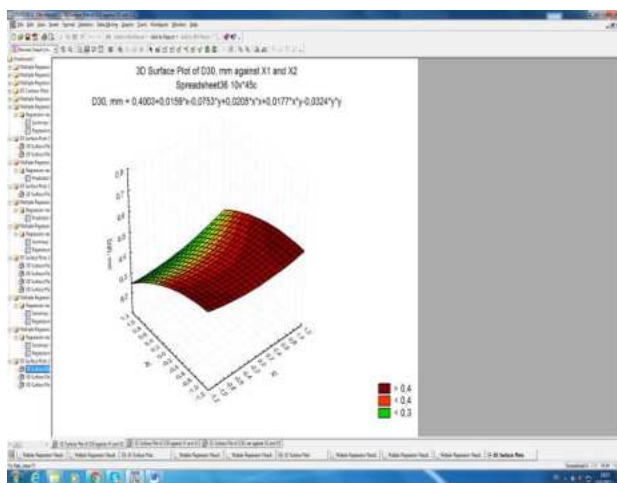
Таблица 3. Стойности на коефициентите на определеност при последователно изключване на факторите.

Table 3. The values of coefficients of determination by eliminating controlled factors.

Параметър Parameter	Коефициенти на определеност R^2		
	x_1	x_2	x_3
D^3_r	0,88	0,62	0,18
D^3_d	0,76	0,59	0,3

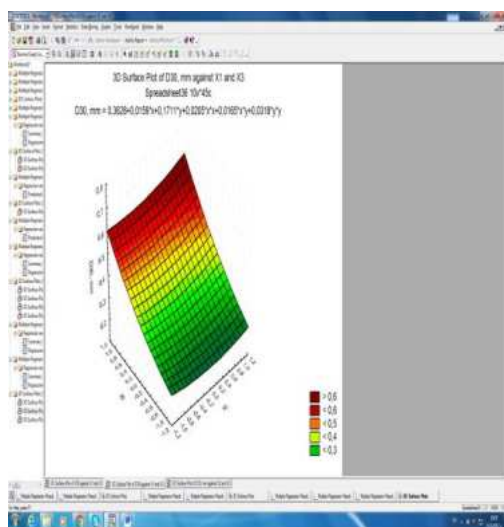
Графична интерпретация и анализ на резултатите

При разпръсквач обърнат нагоре



Фигура 6. Среднообемнен диаметър на капките в зависимост от дебита x_1 и честотата на въртене x_2

най-дребни капки около основното ниво а при високите стойности на честотата на въртене дава най-дребни капки при ниските стойности на дебита.

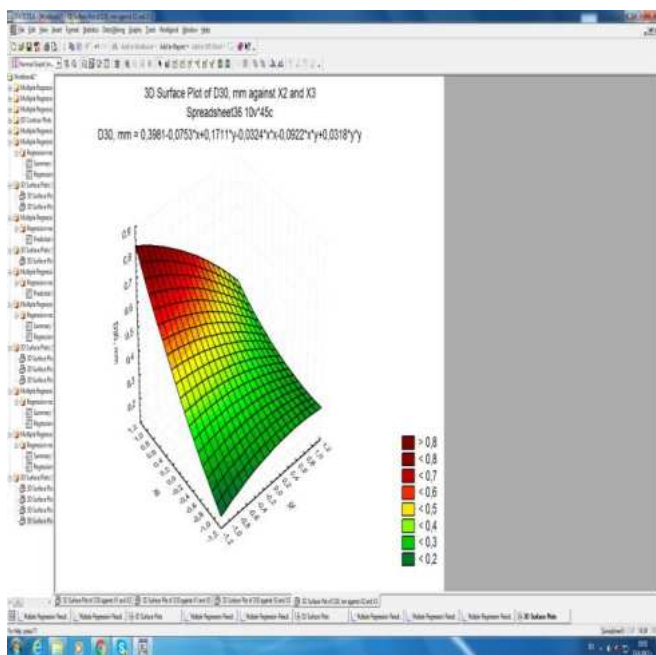


Фигура 7. Среднообемнен диаметър на капките в зависимост от дебита x_1 и радиус вектора x_3

При графичната интерпретация на получените модели (Фигура 6) фактора x_3 е изолиран. Построени са повърхнините на отклика при изменение на дебита x_1 и честотата на въртене x_2 .

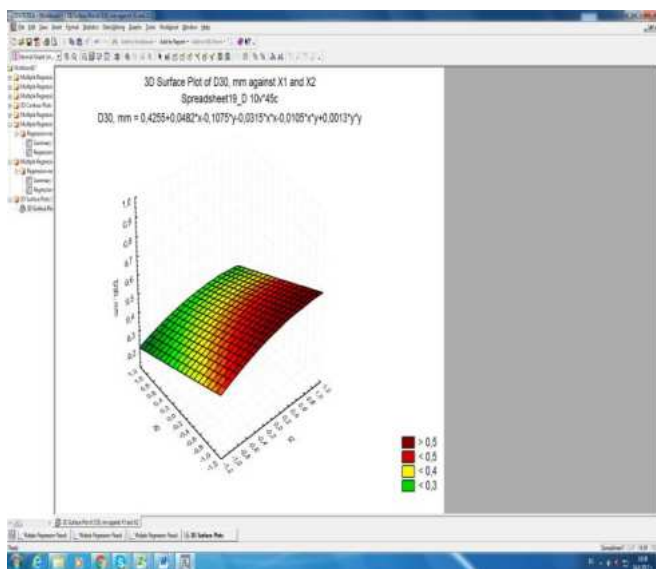
Тъй като тук фактора с най-голямо влияние x_3 – радиус вектора е изключен повърхнините на отклика са с най-слабо изразени тенденции. Спрямо дебита x_1 и спрямо честотата на въртене x_2 повърхнината се доближава до равнинна. Екстремалните високи стойности на едрината на капките тук не се получават. При нарастване на дебита x_1 при долните нива на честотата на въртене на разпръскващата чаша дава

На Фигура 7 са представени зависимостите на едрината на капките от дебита x_1 радиус вектора x_3 . Дебита x_1 проявява същата тенденция както и на Фигура 6 но тук разликите са съществени. Проявяват се екстремалните стойности на едрината на капките като най-близко до разпръсквача са най-дребните капки а най-отдалечените капки са най-големи. Това показва, че дължината на полета зависи от едрината на капките. Ако се разглеждат отделните капки като тяло хвърлено с начална скорост спрямо земната повърхност, би следвало началната скорост или свързаната с нея честота на въртене да оказва най-силно влияние.



Фигура 8. Среднообемен диаметър на капките при в зависимост от честотата на въртене x_2 и радиус вектора x_3

При разпръсквач обърнат надолу

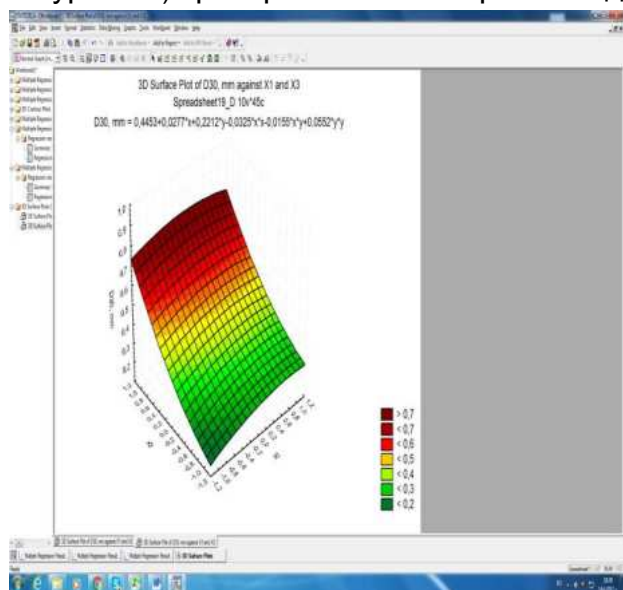


Фигура 9. Среднообемен диаметър на капките в зависимост от дебита x_1 и честотата на въртене x_2

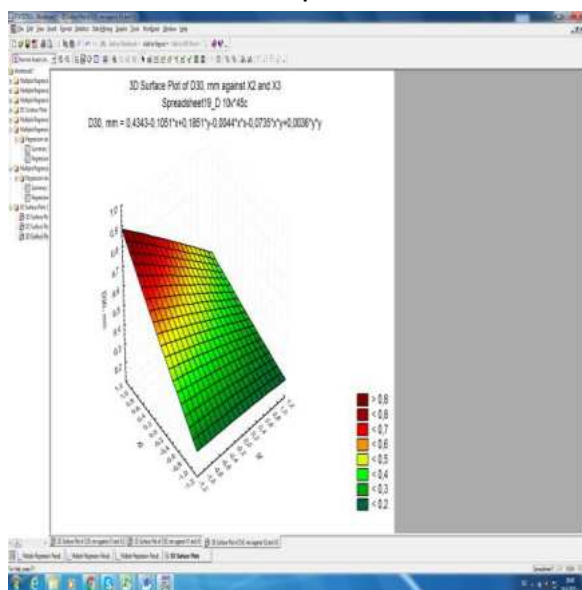
Опитните резултати не потвърждават тезата, че началната скорост влияе най-съществено върху дължината на полета на едрите капки (Фигура 8). Най-близо до разпръсквача с увеличаване на честотата му на въртене капките стават по-едри и обратно с увеличаване на честотата на въртене капките отдалечени от разпръсквача стават по-дребни. От повърхнината на отклика се вижда ясно, че винаги с отдалечаване от разпръсквача капките стават по-едри и обратно. Но тази интензивност е различна при различните честоти на въртене. Колкото е по-ниска честотата на въртене толкова е по-голяма разнородността на капките.

При разпръсквач обърнат надолу (Фигури 9, 10, 11.) разликите не са съществени спрямо разпръсквач обърнат нагоре (Фигури 6, 7, 8) тенденциите се запазват. Има малка разлика в характера повърхнините на отклика. при изменение на дебита x_1 и честотата на въртене x_2 повърхнината е изпъкнала нагоре (Фигура 9). При разпръсквача обърнат нагоре (Фигура 6) повърхнината е седловина т.е. изпъкнала е спрямо честотата на въртене а е вдлъбната спрямо дебита подаван на разпръсквача.

По отношение на отдалечеността на капките от разпръсквача x_3 и дебита x_1 (Фигура 10) разпръсквача обърнат надолу дава изпъкнала повърхнина спрямо



Фигура 10. Среднообемен диаметър на капките в зависимост от дебита x_1 и радиус вектора x_3



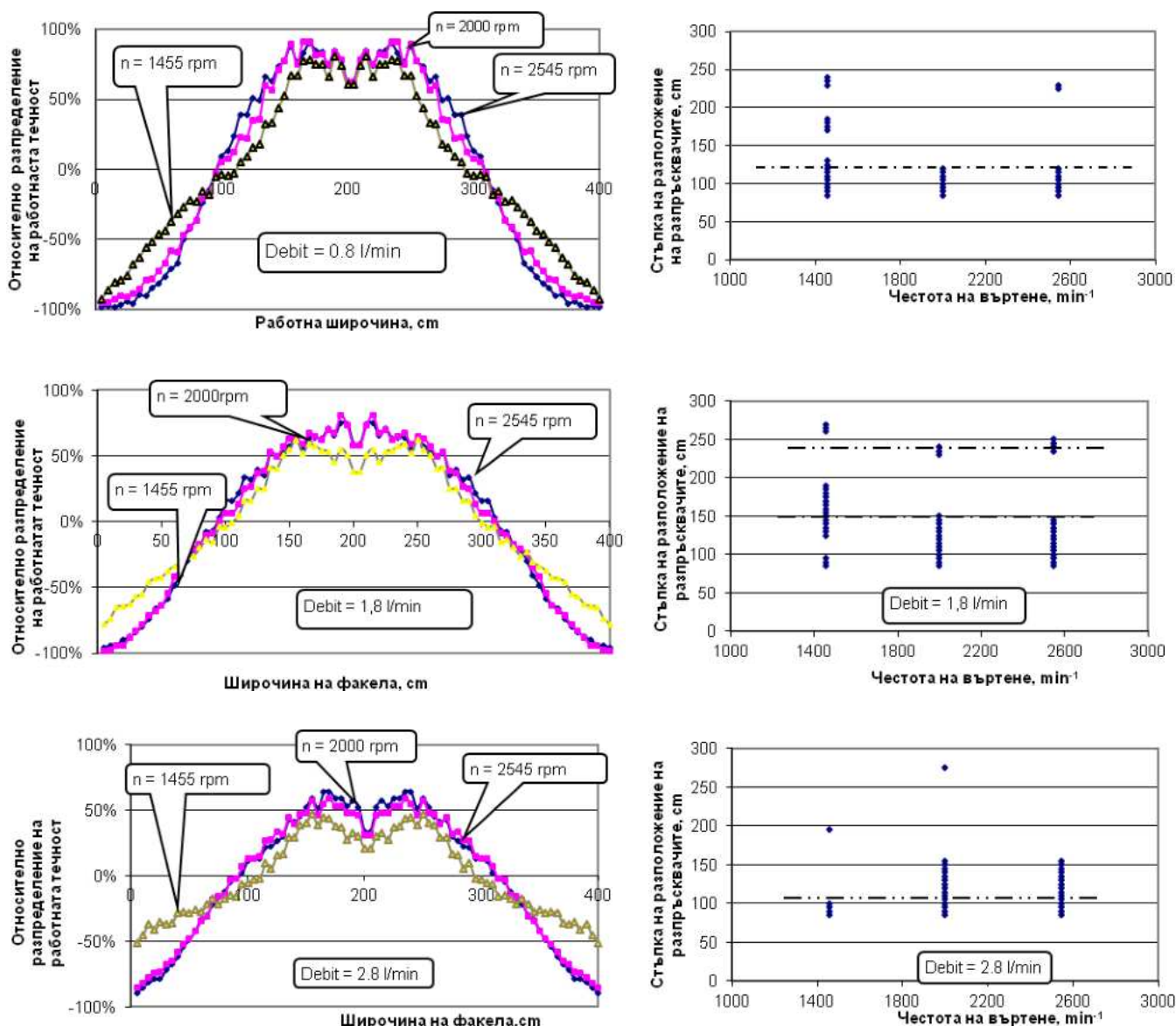
Фигура 11. Среднообемен диаметър на капките в зависимост от честотата на въртене x_2 и радиус вектора x_3

дебита а разпръсквача обърнат нагоре (Фигура 7) повърхнината е вдлъбната. Капките стават по-едри с нарастване на дебита (Фигура 10) а при разпръсквача обърнат нагоре (Фигура 7) първо намаляват а след това нарастват в близост до разпръсквача а отдалечените капки са с постоянно нарастваща тенденция спрямо нарастването на дебита. Тук се получават най-дребните капки при минималния дебит на разстояние най-близо до разпръсквача. При елиминиране на дебита и разглеждане на честотата на въртене и разстоянието до разпръсквача (Фигура 11) се получават най-прави линии за разлика от разпръсквача обърнат нагоре (Фигура 8). Най-дребните капки се получават при най- високата честота на въртене и най-близо до разпръсквача и обратно най-едрите капки се получават при най-ниската честота на въртене и при най-отдалечените разстояния от разпръсквача. При разпръсквача обърнат нагоре дребните капки са при най-ниската честота на въртене и също при най-близкото разстояние от разпръсквача. Зоната на едрите капки е на същото положение отдалечена от разпръсквача и при ниската честота на въртене. Разпръсквача обърнат надолу дава малко по-ниска стойност на едрината на капките но разликата не е съществена.

На Фигури 12 и 13 са показани разпределенията на работната течност по ширина на факела в напречната

равнина спрямо посоката на движение на машината. При различни честоти на въртене и дебити на разпръсквача се забелязва, че трите криви при различна честота на въртене не се различават съществено. Това позволява разпръсквача да работи при различни режими на работа без това да оказва влияние на разпределението на работната течност и следователно различната разходна норма не би повлияла разпределението на течността по работната ширина на машината. Различните режими може да постигат различна едрина на капките без това да нарушава агротехническите изисквания свързани с напречната равномерност на разпределение и отклонение от нормите.

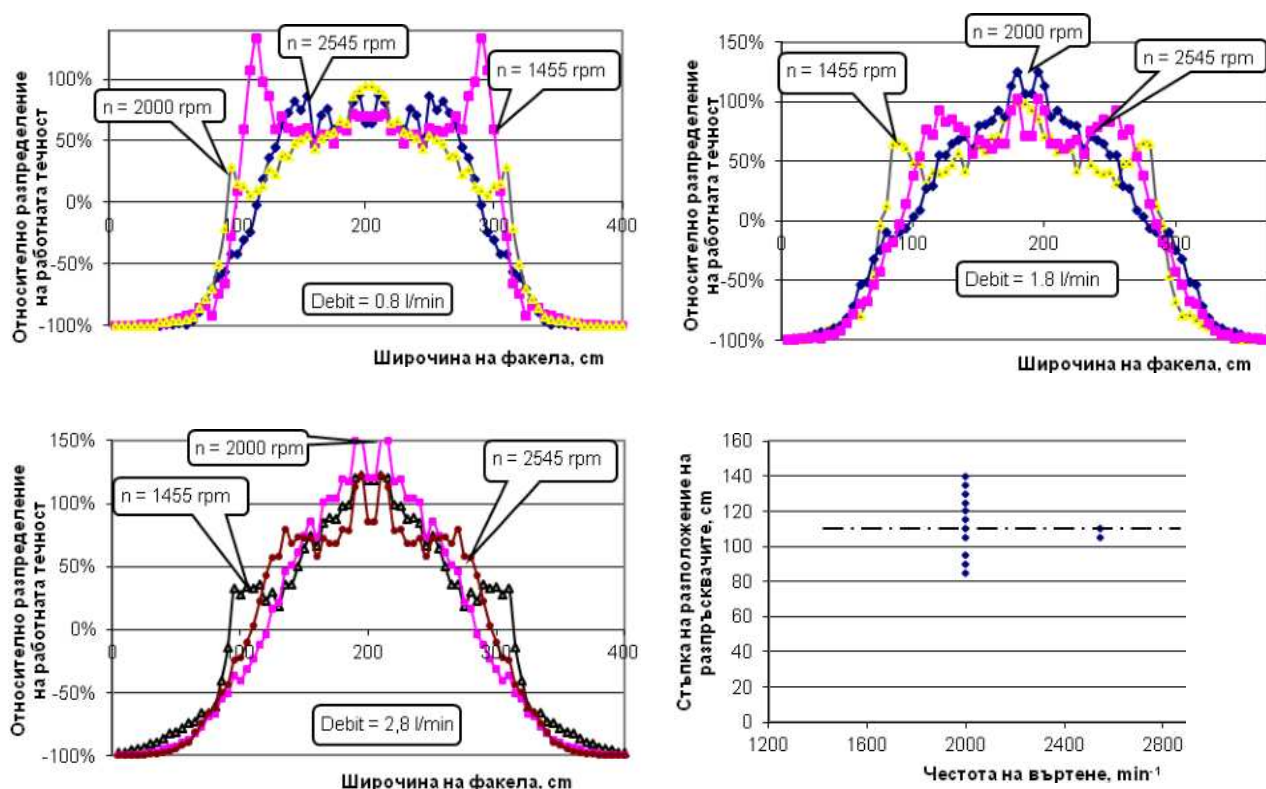
На Фигура 12 отляво са показани относителното разпределение на работната течност по широчината на факела при три честоти на въртене и различни дебити а отдясно възможните стъпки на разположение на ротационен разпръсквач по широчината на щангата при разпръскващ работен орган обърнат нагоре. Вижда се, че с увеличаване на честотата на въртене количеството работна течност се съсредоточава към центъра на разпръсквача и при трите нива на дебита, като при висок дебит и честота работната течност се стреми към съсредоточаване в кръгов сектор. При ниска честота на въртене широчината на факела е по-голяма. При висока честотата на въртене факела се концентрира под чашата независимо от дебита. Възможните стъпки на разполагане при допустимото отклонение от нормата на разпръскване са съсредоточени главно около 1 m. при ниските стойности на дебита и при ниска честота на въртене. При по-високите стойности на дебита възможните стъпки на разполагане се изместват към по-високите стойности но след средното ниво отново намаляват. От гледна точка на стъпките на разполагане е добре дебита да бъде на средно ниво. Този тип разпръсквач може да се монтира по дължината на щангата със стъпка 1 m.



Фигура 12. Относително разпределение на работната течност по широчината на факела и стъпка на възможно разположение по широчината на щангата на разпръсквачи обърнати нагоре

При честота на въртене 2000 min^{-1} не се влияе от дебита на разпръсквача при различни дебити по дължини на радиус вектора се получават сравнително еднакви среднообемни димаметри на капките което показва хомогенност на разпръскваните капки.

При разпръскващи работни органи обърнати надолу се наблюдава по-рязко спадане на количеството течност. При нисък дебит и честота на въртене около средното ниво има рязко увеличаване на течността на около 1 метър от разпръсквача и след това рязко намаляване. При по-високите дебити този ефект не се наблюдава. При високите дебити се концентрира количеството течност под разпръсквача.



Фигура 13. Относително разпределение на работната течност по широчината на факела и стъпка на възможно разположение по широчината на щангата на разпръсквачи обърнати надолу

Заклучение

Установено е, че факторът (X_3), радиус векторът R , m , влияе най-съществено при него се получава най-нисък коефициент на определеност $R^2=0.18$ при разпръскващ работен орган обърнат нагоре и $R^2=0.3$ при разпръскващ работен орган обърнат надолу. Факторът (X_1) дебит на работната течност подавана към разпръскващия работен орган D , lmin^{-1} влияе най-слабо с най-високи коефициенти на определеност съответно $R^2=0.88$ при разпръскващ работен орган обърнат нагоре и $R^2=0.76$ при разпръскващ работен орган обърнат надолу, а факторът (X_2) честотата на въртене на разпръскващия работен орган n , min^{-1} заема средно положение с коефициент на определеност $R^2=0.62$ при разпръскващ работен орган обърнат нагоре и $R^2=0.59$ при разпръскващ работен орган обърнат надолу.

Ротационен разпръсквач с диаметър на разпръскващия работен орган 254 mm. дава устойчиво напречно разпределение на работната течност при различни дебити и честота на въртене, това определя устойчива работа и фиксирано разпределение на разпръсквачите по дължина на щангата.

Ротационен разпръсквач с обърнат нагоре разпръскващ работен орган дава приблизително същите показатели както и обърнатия надолу това позволява да се разполага ниско над разпръскваната повърхност и така да се намаляват изпаренията на работна течност от пестицидния облак и да се намали значително замърсяването на околната среда.

Литература

1. Димитрова Е., Изследване на ротационни разпръсквачи за щангови пръскачки, Дисертация, 2021, 112стр.
2. Костадинов, Г., Тасев Г., Механизация на растителната защита, София 2014,71стр.
3. Patricia K. Freeman, Robert S. Freeland, 2015, Agricultural UAVs in the U.S.: potential, policy, and hype, Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2(2015), 35–43.
4. Georgi Kostadinov, Elena Dimitrova, Milena Moteva. Modeling of the spray liquid distribution of rotary atomizers, Proceedings 11th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. 21-23 september 2011, Istanbul, 108-112.
5. Ru, Y., Jin L., Zhou H., Jia Z. (2014). Performance experiment of rotary hydraulic atomizing nozzle for aerial spraying application. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 30(3),50-55.
6. Patricia K. Freeman, Robert S. Freeland, 2015, Agricultural UAVs in the U.S.: potential, policy, and hype, Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2(2015), 35–43.
7. DOBLE, S.J., MATTHEWS, G.A., RUTHERFORD, I. AND SOUTHCOMBE, E.S.E. (1985) A system for classifying hydraulic nozzles and other atomisers into categories of spray quality. *Proceedings of the British Crop Protection Council Conference Weeds*, Bracknell, pp. 1125-34.
8. Giles, D. K., J.A. Comino, Droplet Size and Spray Pattern Characteristics of an Electronic Flow Controller for Spray Nozzles, *J. Agric. Engng Res.* (1990) 47, 249-267
9. HALL, F.R., KIRCHNER, L.M. AND DOWNER, R.A. (1992) Some practical limitations of fluorescent tracers used to measure off-target pesticide deposition. In: Divisetti, B.N., Chasin, D.G. and Berger, P.D. (eds), *Pesticide Formulations and Application systems*, vol. 12, ASTM STP 1146. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
10. HOVENAC, E.A. (1986) Calibration of droplet sizing and liquid water content instruments; survey and analysis. NASA Report CR-175099 DOT/FAA/CT-86-19.

ВЛИЯНИЕ НА ВОДНИЯ И ХРАНИТЕЛЕН РЕЖИМ ВЪРХУ ДИАМЕТЪРА И ТЕГЛОТО НА ПЛОДОВЕ ОТ БЯЛА ЯГОДА

Елена Грънчарова^{1*}, Петя Иванова², Благой Еленов¹, Елена Димитрова¹

¹ *Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиров”, Селскостопанска Академия*

² *Институт по консервиране и качество на храните, Селскостопанска Академия*

**e-mail: eveha@abv.bg*

Резюме

Целта на настоящата статия е да представи влиянието на приложените режими на напояване и торене върху диаметъра и теглото на плодове от бяла ягода. През 2023 г. е проведен двуфакторен експеримент в неотопляема оранжерия в опитно поле Челопечене, София, България при капково напояване и фертигация на белоплодни ягоди (*Fragaria x Ananassa „Snow White”*). Факторите напояване и торене се прилагат в две нива: I1 - 75% (ETc) I2 - 50% (ETc), F1: оптимално торене N_{8.09}P_{12.76}K_{15.62}; F2 – субоптимално торене - 75% (F1). Изследвани са пет варианта: контрола: I0F0:100% (ETc) без торене; I1F1; I1F2; I2F1; I2F2. Най-висок процент плодове (38.78%) "екстра" качество се наблюдават при вариант I1F1, а най-високо средно тегло на плода се наблюдава при вариант I1F1 – 5.39 g.

Ключови думи: бели ягоди, напояване, фертигация, диаметър на плода, тегло на плода.

INFLUENCE OF WATER AND NUTRIENT REGIME ON DIAMETER AND WEIGHT OF WHITE STRAWBERRY FRUITS

Elena Grancharova^{1*}, Petya Ivanova², Blagoj Elenov¹, Elena Dimitrova¹

¹ *Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection „Nikola Poushkarov”, Agricultural Academy*

² *Institute of Food Preservation and Quality, Agricultural Academy*

**e-mail: eveha@abv.bg*

Abstract

The aim of this paper is to present the effects of the applied regimes of fertilization and irrigation on diameter and weight of white strawberry fruits. A two factors experiment was conducted during 2023 in unheated greenhouse in the Chelopechene experimental field, Sofia, Bulgaria with drip irrigated and fertigated strawberry variety (*Fragaria x Ananassa „Snow White”*). The irrigation and the fertilization factors were applied in two rates: I1 - 75% (ETc) I2 - 50% (ETc), F1: optimal fertilization N_{8.09}P_{12.76}K_{15.62}; F2 – suboptimal fertilization - 75% (F1). Five treatments were tested: control: I0F0:100% (ETc) without fertigation; I1F1; I1F2; I2F1; I2F2. The highest percent (38.78%) "Extra" Class fruits were obtained from I1F1 treatment and the highest average fruit weight was obtained from I1F1 treatment – 5.39 g.

Key words: white strawberry, irrigation, fertigation, fruit diameter, fruit weight.

Въведение

Ягодите са сред най-чувствителните към суша растения. Плитката им коренова система предполага извършването на поливки на по-чести интервали с по-малко количество вода (Kachwaya et al., 2016), а дефицитът на влага в почвата се отразява неблагоприятно върху общия добив, физиологичното развитие, теглото и диаметъра на плодовете (Tarauskienė, 2005). Използването на минерални торове също оказва влияние върху добива и качеството на ягодиците (Sener and Turemis, 2016; Pokhrel et al., 2015; Sonstebj et al., 2009; Wang et al., 2009). Диаметърът (Akhijahcmi and Khodaei, 2011) и теглото (Birania et al., 2022) на плодовете варират в широки граници и зависят от сорта и условията на отглеждане. Изследванията са фокусирани предимно върху червените сортове ягоди, а върху бели почти липсват (Chambers et al., 2018; Antonova & Petrova-Branicheva, 2023).

Целта на настоящата статия е да представи влиянието на приложените режими на напояване и торене върху диаметъра и теглото на плодове от сорт белоплодни ягоди (*Fragaria x Ananassa* „Snow White”).

Материали и методи

През 2023 г. е проведен двуфакторен експеримент първа година в неотопляема полиетиленова тунелна оранжерия в опитно поле на ИПАЗР "Никола Пушкиров", Челопечене, София, (42°44'22.8"N, 23°28'3.7"E и надморска височина 550 m) при капково напояване и фертигация. Софийското поле попада в умереноконтиненталната климатична подобласт. Оранжерията е неотопляема с площ от 420 m² (7.9 m x 53 m) покрита с пестслойно UV+EVA+IR+AD+dif полиетиленово фолио с дебелина 150 µm. Почвата може да се определи като умерено до силно водопропусклива със среден филтрационен капацитет. Почвеният подтип е Канелена горска, излужена почва с обемна плътност 1.47 g/cm³, ППВ 22% и влажност на завяхване 10% за слоя 0-50 cm. Физико-химичните характеристики преди засаждане на растенията (0-20 cm) в експерименталния участък са следните рН 6.5, хумус 2.87%, азот (N) 19.30 mg/kg, фосфор (P₂O₅) – 43.54 mg/100g и калий (K₂O) – 27.93 mg/100g. За допълнително намаляване на загубите от вода и ограничаване на плевелната растителност е приложено мулчиране със сиво-черен UV полиетиленов мулч с дебелина 30 µm. Обект на изследването са белоплодни ягоди от вида *Fragaria x Ananassa* „Snow White”. Експериментът е проведен по стандартен метод на дългите парцелки в три повторения. Всяко повторение е с площ от 23.2 m² и се състои от един двоен ред с ягоди. Здрави растения с гол корен, съхранявани в хладилни условия, бяха засадени по схема 90+30/30 cm на 22 март 2023 г. Съгласно технологията на отглеждане на белоплодните ягоди във всяка от опитните парцелки бяха осигурени съответното количество червеноплодни растения (съотношение 4:1) за подобряване на опрашването. Факторът напояване е приложен в две нива: I1 - 75% (ЕТс) и I2 - 50% (ЕТс). Факторът торене е приложен в две нива: F1: оптимално торене N_{8.09}P_{12.76}K_{15.62}; F2 – субоптимално торене - 75% (F1). Оптималното торене е разработено съгласно препоръките за торене на Haifa (Haifa Group, 2021 г.) както следва: Haifa MAP - 25-45 kg/ha, Multi K – 80 kg/ha, Haifa MKP - 25 kg/ha, Haifa Cal - 30 kg/ha, Maguisal - 10 kg/ha, Poly-feed – 25-40 kg/ha. Поливането се извършва чрез система за капково напояване включваща команден възел и пет двойни реда с по две двойки поливни крила. Автоматизацията на поливния процес се осигурява от контролер за прецизно подаване на поливната норма NMC Junior, електромагнитни клапани, тороподаваща система FertiKit Nutrigation за прецизно приложение на торовете норма, компенсаторен капков маркуч UniRam AS с вътрешен диаметър 14.6 mm, дебелина на стената 1.2 mm, вградени през 20 cm капкообразуватели с дебит 1.6 l/h. Изследвани са пет варианта: контрола: I0F0:100% (ЕТс) поливна норма, определена чрез евапотранспирацията, без торене; I1F1; I1F2;

I2F1 и I2F2. Микроклиматът в оранжерията: температура и относителна влажност на въздуха, слънчева радиация, скорост на вятъра са измервани на всеки 30 min чрез метеорологична станция и записвани чрез дата логер (HOBO USB Micro Data Logger, USA). Еталонната евапотранспирация е изчислена чрез уравнението на Penman-Monteith (Allen et al., 2006):

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}, \quad (1)$$

където ET_o е еталонната евапотранспирация, mm/day, Δ е наклон на кривата на налягането на водните пари (kPa/°C); R_n - нетната радиация (MJ m⁻²/day); G – топлинният поток от почвата (MJ m²/day); γ – психрометрична константа (kPa/ °C); T – среднодневната температура на въздуха (°C); u_2 – скорост на вятъра (m/s); e_s – среднодневното налягане на наситените водни пари (kPa); e_a – действително налягане на водните пари (kPa).

Евапотранспирацията на ягодите се определя по следната формула:

$$ET_c = ET_o K_c, \quad (2)$$

където: ET_c е евапотранспирацията на култура, отглеждана при стандартни условия (mm/day), K_c - коефициент на културата; ET_o - еталонната евапотранспирация (mm/day).

Коефициентът на културата е 0.30, 0.80 and 0.70 съответно за начална, средна и крайна фенофаза (Allen et al., 2006b).

Поливната норма за варианта с оптимално напояване се изчислява въз основа на сумарната евапотранспирация на ягодите за периода между поливките.

$$I_r = k k_c \sum ET_o, \quad (3)$$

където I_r е поливната норма (mm); $\sum ET_o$ - сумарната еталонна евапотранспирация (mm); k - коефициент, зависещ от вида на системата за напояване.

Измерванията на плодовете са извършени по варианти, от 4 последователни растения, на следните показатели: тегло, ширина и дължина на плода. Теглото е измерено чрез прецизна електронна везна Vedia FR-H (± 0.01 g). Размерите на плодовете са измерени чрез електронен шублер (± 0.01 mm). Съгласно Общия пазарен стандарт за ягоди (Регламент (ЕС) № 543/2011) минималният диаметър на плодовете „екстра“ качество е 25 mm, а за клас I и II - 18 mm.

Получените данни са статистически анализирани с помощта на софтуер за дисперсионен анализ STATISTICA 8.0. Използван е тестът на Дънкан при ниво на значимост ($p < 0.05$) за измерване на специфичните разлики между двойки средни стойности.

Резултати и обсъждане

Въз основа на данните за микроклимата в оранжерията е определена ежедневната еталонна евапотранспирация и евапотранспирацията на растенията. Средната дневна евапотранспирация на ягодите за вегетационния период е 1.64 mm/day. Сезонната евапотранспирация на ягодите за 2023 е 366.61 mm.

През 2023 г. бяха проведени 48 бр. поливки със средна поливна норма 7.10 mm за контролния вариант I0F0. Респективно средната поливна норма за варианти I1F1 и I1F2 5.39 mm, а за варианти I2F1 и I2F2 е 3.69 mm. Първата поливка е проведена

на 30 март, а последната на 9 ноември. Първите четири поливки след засаждане на растенията са с еднаква големина. Напоителната норма за 2023 г. по варианти е както следва: 340.78 mm за I0F0, 258.92 mm за I1F1 и I1F2 и 177.06 mm за I2F1 и I2F2. Бяха извършени 15 бр. подхранвания на растенията с водоразтворими торове заедно с поливната вода за варианти I1F1 и I2F1 $N_{8.09}P_{12.76}K_{15.62}$ както следва: и 1-во подхранване непосредствено преди засаждането на растенията Haifa MKP (25 kg/ha); 2-ро подхранване за прихващане Haifa MAP (45 kg/ha); 3-то подхранване една седмица по-късно Poly-feed (25 kg/ha); 4-то подхранване във фенофаза „начало на бутонизация“ Maguisal (10 kg/ha); 5-то подхранване във фенофаза „начало цъфтеж“ Haifa MAP (25 kg/ha); 6-то подхранване една седмица по-късно Poly-feed (35 kg/ha); 7-то подхранване във фенофаза „масов цъфтеж“ Haifa MAP (25 kg/ha); 8-мо подхранване при поява на първите завръзи Haifa Cal (30 kg/ha); 9-то подхранване Multi K (80 kg/ha); 10-то подхранване във фенофаза „масово формиране на плодове“ Multi K (80 kg/ha); 11- то подхранване една седмица по-късно Poly-feed (35 kg/ha); 12-то подхранване Multi K (80 kg/ha); 13-то подхранване във фенофаза „край цъфтеж“ Haifa MAP (25 kg/ha); 14-то подхранване във фенофаза „плододаване“ Haifa MKP (25 kg/ha); 15-то подхранване във фенофаза „подготовка за покой“ - Poly-feed (40 kg/ha). Торенето на варианти I1F2 и I2F2 е осъществено в същия времеви график, със същите видове торове, но при количества 75%F1.

Резултатите (Таблица 1) показват, че най-висок процент (38.78%) от плодовете „екстра“ качество се наблюдава при вариант I0F0, докато най-малък процент (24.65%) от плодовете „екстра“ качество се наблюдава при вариант I2F2. Резултатите от множествения тест на Дънкан за достоверност на разликите показват, че вариантите са разделени в две хомогенни групи. Има статистически доказана разлика между контролния вариант I0F0 и I2F2, както и между I1F2 и контролния вариант I0F0 и между I2F1 и контролния вариант I0F0.

Таблица 1. Процентно разпределение на плодовете съгласно Общия пазарен стандарт по варианти

Вариант	клас „екстра“ (%)	I и II клас (%)	III клас (%)
I0F0	38.78 ^a	46.92 ^{ab}	12.09 ^a
I1F1	31.65 ^a	60.17 ^a	8.18 ^a
I1F2	35.07 ^{ab}	50.36 ^{bc}	14.57 ^a
I2F1	30.47 ^{ab}	45.64 ^a	23.89
I2F2	24.65 ^b	62.01 ^c	13.34 ^a

Стойностите означени с еднаква буква за един и същи показател нямат доказаност на разликите при $p < 0.05$

Резултатите (Таблица 1) показват, че най-висок процент (62.01%) от плодовете I и II клас се наблюдава при вариант I2F2, докато най-малък процент (45.64%) от плодовете I и II клас се наблюдава при вариант I2F1. Резултатите от множествения тест на Дънкан за достоверност на разликите показват, че вариантите са разделени в три хомогенни групи. Има статистически доказана разлика между контролния вариант I0F0 и I2F2.

Резултатите (Таблица 1) показват, че най-висок процент (23.89%) от плодовете III клас се наблюдава при вариант I2F1, докато най-малък процент (8.18%) от плодовете III клас се наблюдава при вариант I1F1. Резултатите от множествения тест на Дънкан за достоверност на разликите показват, че вариантите са разделени в две хомогенни групи. Има статистически доказана разлика между контролния вариант I0F0 и I2F1. Има статистически доказана разлика между вариант I2F1 и всички останали варианти.

Резултатите (Таблица 2) показват, че най-голям среден диаметър (22.23 mm) имат плодовете от вариант I1F2, а най-малък (21.14 mm) имат плодовете от вариант I2F1. Резултатите от множествения тест на Дънкан за достоверност на разликите показват, че вариантите са разделени в две хомогенни групи. Няма статистически доказана разлика между контролния вариант I0F0 и останалите варианти. Има статистически доказана разлика между вариант I2F1 и I2F2 и варианти I1F1 и I1F2. С намаляване на поливната норма и торовата норми, намалява и средния диаметър на плодовете. За подобни резултати докладва Bibi et al. (2016) за червен сорт.

Таблица 2. Среден диаметър и тегло на плодовете по варианти

Вариант	диаметър (mm)	тегло (g)	Брой плодове от растение	Общ добив kg/ha
I0F0	21.82 ^{ab}	5.26 ^a	15.6	3386.11 ^a
I1F1	22.21 ^b	5.39 ^a	16.7	3598.23 ^a
I1F2	22.23 ^b	5.23 ^a	17.3	3489.32 ^a
I2F1	21.14 ^a	5.17 ^a	12.8	2964.46 ^b
I2F2	21.18 ^a	4.69	10.9	2877.50 ^b

Стойностите означени с еднаква буква за един и същи показател нямат доказаност на разликите при $p < 0.05$

Резултатите (Таблица 2) показват, че най-голямо средно тегло (5.39 g) имат плодовете от вариант I1F1, а най-малко (4.69 g) имат плодовете от вариант I2F2. Резултатите от множествения тест на Дънкан за достоверност на разликите показват, че вариантите са разделени в две хомогенни групи. Има статистически доказана разлика между вариант I2F2 и всички останали варианти. С намаляване на поливната и торовата норми, намалява и теглото на плодовете. За подобни резултати докладват Kang et al. (2018), Kachwaya et al. (2015) за червени сортове.

Резултатите (Таблица 2) показват, че най-голям среден брой плодове от едно растение (17.3 бр./раст.) се наблюдава при вариант I1F2, а най-малък (10.2 бр./раст.) се наблюдава при вариант I2F2.

Резултатите (Таблица 2) показват, че най-висок среден добив (3598.23 kg/ha) се наблюдава при вариант I1F1, а най-нисък (2877.50 kg/ha) - при вариант I2F2. Резултатите от множествения тест на Дънкан за достоверност на разликите показват, че вариантите са разделени в две хомогенни групи. Има статистически доказана разлика между средния добив от варианти I2F1 и I2F2 и всички останали варианти. В сравнение с чевените сортове добивът е по-нисък (Pinto et al., 2022; Létourneau et al., 2015; Sharma et al. 2005), но някои изследователи докладват подобни резултати при експерименти първа година (Ayas, 2022), отново за червен сорт.

Заклучение

Целта на настоящата статия е да представи влиянието на приложените режими на напояване и торене върху диаметъра и теглото на плодове от сорт белоплодни ягоди (*Fragaria x Ananassa "Snow White"*). Резултатите показват, че най-висок процент (38.78%) от плодовете „екстра“ качество се наблюдава при вариант I0F0, а най-малък процент (24.65%) от плодовете „екстра“ качество се наблюдава при вариант I2F2, докато най-висок процент (62.01%) от плодовете I и II клас се наблюдава при вариант I2F2, а най-малък процент (45.64%) от плодовете I и II клас се наблюдава при вариант I2F1. По отношение на средния диаметър най-висока стойност (22.23 mm) имат плодовете от вариант I1F2, а най-ниска (21.14 mm) имат плодовете от вариант I2F1. Най-голямо средно тегло (5.39 g) имат плодовете от вариант I1F1, а най-малко (4.69 g) имат плодовете от вариант I2F2. Резултатите показват, че най-голям среден брой плодове от едно растение (17.3 бр./раст.) се

наблюдава при вариант I1F2, а най-малък (10.2 бр./раст.) се наблюдава при вариант I2F2. С намаляване на поливната и торовата норми се влошават и характеристиките на добива.

Резултатите показват, че водният и хранителен режим са основните фактори, които оказват влияние върху диаметъра и теглото на плодовете от бяла ягода сорт *Fragaria* x *Ananassa* „Snow White”.

Благодарности

Проведените експерименти са финансирани от Фонд „Научни изследвания“ по „Конкурс за финансиране на фундаментални научни изследвания – 2022 г.“, проект „Влияние на почвено-климатичните условия върху технологичния режим на напояване и изпитване на биологични средства за контрол на фитопатогени при ягоди за повишаване на качеството на продукцията“, Договор № КП-06-Н66/4.

Литература

- Akhijahcmi, H.S., J. Khodaei. 2011. Some physical properties of strawberry (Kurdistan variety). *World Applied Sciences Journal* 13(2):206-212
- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 2006a. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). *FAO Irrigation and drainage paper* 56. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome), pp.24.
- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 2006b. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). *FAO Irrigation and drainage paper* 56. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome), pp.138.
- Antonova, V. & Petrova-Branicheva, V. (2023). Brief Pomological Characteristics of Strawberry Varieties. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 26 (2), 254-264
- Ayas, S. (2023). Different irrigation and fertilization levels and mulching materials on the yield and quality of strawberry. *Ciência E Agrotecnologia* 47, e014122. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202347014122>
- Bibi, Sh., Sh. M. Khan, A. Rehman, I. Ur-rahman, F. Ijaz, Sohail, A.Afzal, R. Khan. 2016. The effect of potassium on growth and yield of strawberry (*Fragaria ananassa* (duchesne ex weston) duchesne ex rozier). *Pakistan Journal of Botany*, 48(4): 1407-1413.
- Birania, S., A. K. Attkan, S. Kumar, N. Kumar, V. K. Singh, 2022. Mass modeling of strawberry (*Fragaria* x *Ananassa*) based on selected physical attributes. *Journal of Food Process Engineering*, 45(5), e14023. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14023>
- Chambers A., P. Moon, Y. Fu, J. Choiseul, J. Bai, A. Plotto, E. Baldwin. 2018. Yield and Fruit Quality of Sixteen *Fragaria vesca* Accessions Grown in Southern Florida. *HORTSCIENCE* 53(10): p. 1396–1403
- Kachwaya D., J. Chandel, G. Vikas, B. Khachi, 2016. Effect of drip and furrow irrigation on yield and physiological performance of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch. cv. Chandler). *Indian Journal of Plant Physiology* 21, 341–344.
- Kachwaya, D., J. Chandel, G. Vikas, B. Khachi. 2015. Effect of fertigation on growth, yield, fruit quality and leaf nutrients content of strawberry (*Fragaria* x *ananassa*) cv Chandler. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85 (10), 1319–23.
- Kang, R., J. Niu, Zh. Chen, J. Zhang. 2018. Effects of different water-soluble fertilizers on yield and quality of strawberry under integrated application of water and fertiler. *Asian Agricultural Research*, 10(12), 59-66. <https://doi.org/10.19601/j.cnki.issn194-9903.2018.12.016>
- Létourneau, G., Caron, J., Anderson, L., Cormier, J. (2015). Matric potential-based irrigation management of field-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management* 161, 102-113. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.07.005>

- Pinto, J.P., da Cunha, F.F., da Silva Adão, A., de Paula, L.B., Ribeiro, M.C., Costa Neto, J.R.R. (2022). Strawberry production with different mulches and wetted areas. *Horticulturae* 8, 930 <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100930>
- Pokhrel B., K. Laursen, K. Petersen. 2015. Yield, Quality, and Nutrient Concentrations of Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Sonata) Grown with Different Organic Fertilizer Strategies. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 63: p. 5578–5586.
- Sharma, I.P., Kumar, S. and Kumar, P. (2005). Effect of drip irrigation and mulches on yield, quality and water-use efficiency in strawberry under mid hill conditions. *Acta Horticulturae* 696, 259-264 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.696.45>
- Sener S., N. Turemis. 2016. Effects of Genotype and Fertilization on Fruit Quality in Several Harvesting Periods of Organic Strawberry Plantation. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* 5(2): p. 252–256.
- Sonsteby A, N. Opstad, U. Myrheim, O. Heide. 2009. Interaction of short day and timing of nitrogen fertilization on growth and flowering of “Korona” strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae* 123 (2): 204–209.
- Taparauskiene L, 2005. Strawberry water requirements in middle Lithuania, Summary of PhD Thesis.
- Wang B, T. Lai, Q. Huang, X. Yang, Q. Shen. 2009. Effect of N Fertilizers on Root Growth and Endogenous Hormones in Strawberry. *Pedosphere* 19 (1): p. 86–95.

ТРИМОДУЛНА СИСТЕМА ЗА РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА В ОРАНЖЕРИИ

Иван Мортев*

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола
Пушкаргов“, Селскостопанска Академия*

**e-mail: ivan_mortev@abv.bg*

Резюме

Разработена е технология, идеен проект за тримодулна система за провеждане на растителна защита в оранжерии. Изработен е опитен образец на тримодулна система за провеждане на растителна защита в оранжерии.

Ключови думи: оранжерийно зеленчукопроизводство, технология за растителна защита, система за растителна защита.

THREE-MODULE SYSTEM FOR PLANT PROTECTION IN GREENHOUSES

Ivan Mortev*

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

**e-mail: ivan_mortev@abv.bg*

Abstract

A technology, conceptual design for a three-module system for conducting plant protection in greenhouses has been developed. An experimental model of a three-module system for conducting plant protection in greenhouses has been developed.

Key words: greenhouse vegetable production, plant protection technology, plant protection system.

Въведение

Отглеждането на култури в оранжерии има значителни предимства в сравнение с отглеждането им на открито (Янкова, 2018 Арнаудов, 2018). Същевременно процесите при отглеждането на културите в оранжерии трудно се поддава на механизация. Това значително оскъпява продукцията, което налага усъвършенстване на технологиите и техническите средства за механизация на растителната защита при оранжерийното производство. Един от най-актуалните въпроси в производството на растителна продукция в оранжерии е намаляване на нейната себестойност чрез повишаване производителността на труда и увеличаване добивите от културите. По изчисления в бранша относителният дял за работни заплати в оранжерии е повече от 20% от себестойността на продукцията. Затова оранжерийното производство е тясно свързано с широка механизация на работата, както и оборудване и инвентар, водещи до ефективност и повече продукция.

Тенденцията на намаляване на зеленчукопроизводството в оранжерии се дължи на големите разходи и непривлекателния труд. Особено опасно е прилагането на препарати на закрити площи каквито са оранжерии (Lin, 2021).

Където има изградени инсталации за растителна защита. Трябва да се спазват определени правила. Работата с инсталацията за растителна защита и обеззаразяването на оранжерията лятно време са опасни за здравето и изискват специална подготовка и предпазно облекло (Михайлов 1979). Растителната защита от болестите и вредителите в оранжериите се извършва ръчно с носими или возими пръскачки (Гайдаров 1967), които имат ниска производителност и не задоволяват агротехническите изисквания. Всичко това налага усъвършенстване на технологиите и техническите средства за механизация на растителната защита при оранжерийното производство.

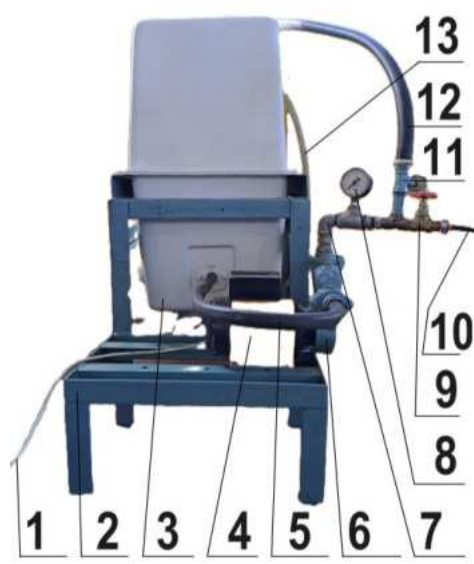
Предназначение на тримодулна система за провеждане на растителна защита в оранжери

Опитният образец на тримодулната система за провеждане на растителна защита в оранжери е предназначена за изследване възможностите на системата да извършва операции за растителна защита в оптимално състояние в зависимост от изискванията на културата. Опитният образец се изработва за проверяване на техническите характеристики в последващото изследване на така изработения образец. Цел на изработване и изследване на опитния образец на системата за растителна защита в оранжери е определяне възможностите за използване в оранжерийното производство и на качеството на работата ѝ.

Техническа характеристика

Техническо описание

Опитният образец на тримодулната система за растителна защита в оранжери се състои от три модула, модул 1 (Фигура 1), модул 2 (Фигура 2), модул 3 (Фигура 3). Модули едно и две са неподвижни модули. По време на работа на системата, модул 3 се предвижда по дължина на оранжерията. Модули 1 и 2 също могат да се преместват и транспортират от една оранжерия в друга, но по време на работа се позиционират в края на оранжерията и остават неподвижни по време на провеждане на растителната защита.

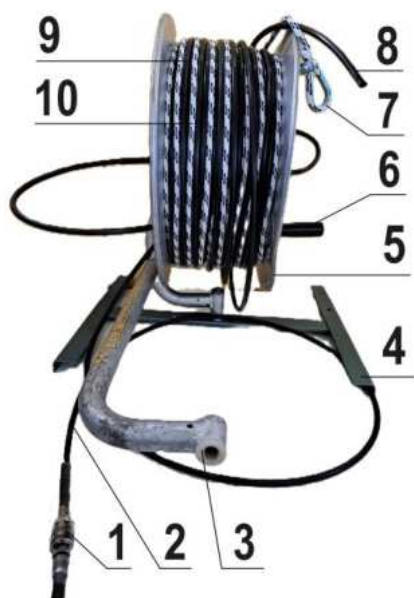


1. Захранващ кабел за електродвигателя.
2. Рама.
3. Резервоар за работна течност.
4. Електродвигател.
5. Сукателен тръбопровод свързващ резервоара и помпата.
6. Помпа за създаване на налягане на работната течност.
7. Нагнетателен тръбопровод.
8. Манометър за измерване на налягането подавано към модул 2.
9. Кран за регулиране на налягането подавано към модул 2.
10. Тръбопровод подаващ течност под налягане към модул 2.
11. Кран за регулиране на дебита на работната течност връщана в резервоара.
12. Тръбопровод за отвеждане на излишната работна течност към резервоара и за разбъркване на течността в резервоара.
13. Нивомер за работната течност в резервоара.

Фигура 1. Неподвижен модул 1 за осигуряване на течност под налягане

Модул 1 е предназначен да създава течност под налягане, той се състои от следните основни възли: рама, състояща се от стоманени профили 2, свързани в конструкция посредством заварки, резервоар 3 за работната течност, електродвигател 4 и помпа 6, свързани в общ корпус за създаване на течност под налягане, манометър 7 за измерване на налягането на работната течност, кран 9 за регулиране на налягането на работната течност подавана към модул 2, кран за регулиране на течността която се връща в резервоара за разбъркване на работната течност.

Модул 2 е предназначен да подава течност под налягане на променлива дистанция, той се състои от макара 5 монтирана шарнирно върху стойка 4. На макарата са навити тръбопровода 9 за подаване на течност под налягане към подвижния модул 3 и въжето 10 за придвижване на подвижния модул. За да бъде лесно присъединяването на модул 2 към модул 1 е предвидено устройство за бързо присъединяване 1. Към модул 3 се присъединяват другият край на тръбопровода 8 и устройството монтирано към въжето 7.



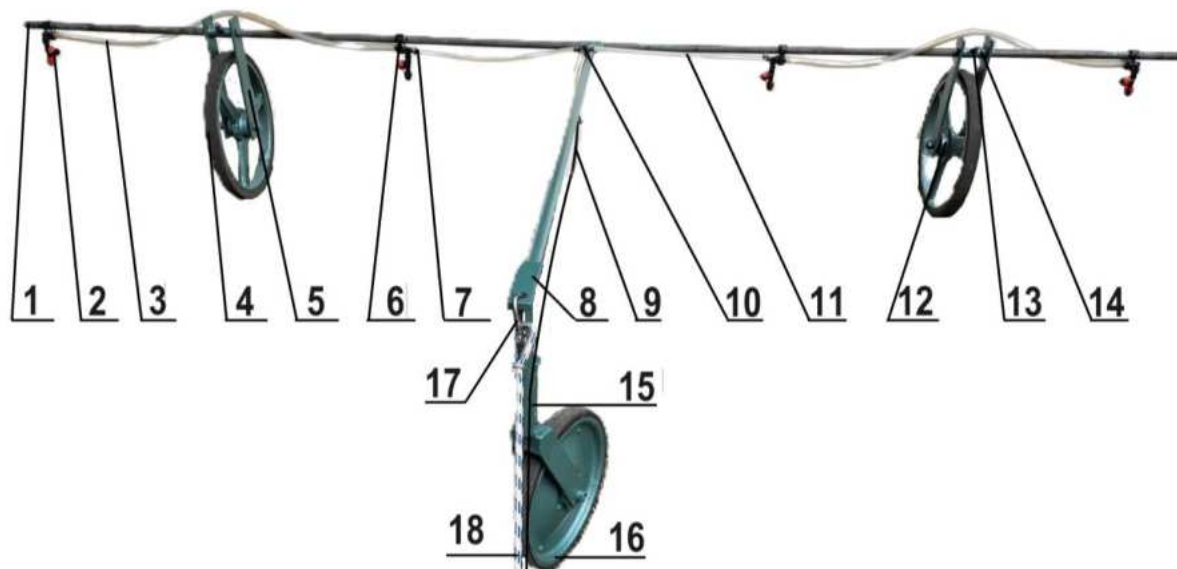
1. Устройство за бързо присъединяване към модул 1.
2. Тръбопровод за подаване на течност към макарата 5.
3. Насочващ накрайник.
4. Стойка за макарата 5.
5. Макара за навиване на тръбопровода 9 и въжето 10.
6. Ръкохватка за навиване на макарата 5.
7. Устройство за присъединяване на въжето 9 към подвижния модул.
8. Накрайник за присъединяване към подвижния модул.
9. Тръбопровод за подаване на течност към подвижния модул на променлива дистанция.

10. Въже за придвижване на подвижния модул.

Фигура 2. Неподвижен модул 2 за подаване на течност под налягане на променлива дистанция

Модул 3 е предназначен да разпръсква работната течност върху третираните обекти. Той се предвижва чрез въже 18 теглено от модул 2 присъединено към теглича 8 посредством устройство за бързо присъединяване 17. Същевременно с предвижването на модул 3 той приема течност под налягане от тръбопровода 9 свързан към модул 2. Чрез тройника 10 течността подадена под налягане се разпределя наляво и надясно по дължина на щангата 1 върху която са монтирани разпръсквачите 2 посредством скоби 6. Разпръсквачите 2 разпръскват течността върху третираните обекти. Ходовите колела са съставени от главини 12 в които са монтирани лагери. Външните гривни на лагерите са неподвижни към главините на колелата а вътрешните са неподвижни към оси закрепени с гайки към вилките 5. Вилките 5 от своя страна са заварени неподвижно на втулките 14 като по този начин формират един възел който може да се предвижва по щангата 1. Така модул 3 може да се настройва за различни култури и различни междуредови разстояния. Необходимо е колелата да се предвижват в средата на междуредията на културите

за да се намали вероятността културите да бъдат засегнати от ходовите колела. Ходовите колела от периферната външна страна са покрити с гума за по – добър контакт с повърхността по която се движат.



1. Щанга. 2. Разпръсквачи. 3. Тръбопроводи за съединяване на разпръсквачите.
4. Ходови колела. Вилки за закрепване на ходовите колела към щангата. 6. Скоби за закрепване на разпръсквачите към щангата. 7. Скоби за закрепване на тръбопроводите към разпръсквачите. 8. Теглич. 9. Тръбопровод за подаване на течност под налягане от модул 2. 10. Тройник за разпределяне на течността към лявата и дясната половина разпръсквачи. 11. Тръбопроводи за съединяване на разпределителния тройник 10 и разпръсквачите. 12. Главини на ходовите колела. 13. Застопоряващ винт. 14. Втулка за осигуряване на подвижност на колелата по щангата. 15. Втулка за осигуряване на подвижност на колелото 16.
16. Управляемо колело. 17. Устройство за бързо и лесно присъединяване на въжето 18 от модул 2 към теглича 8. 18. Въже за предвижване на модул 3 навито на модул 2

Фигура 3. Подвижен модул 3 за разпръскване на работната течност върху третираните обекти

Технологичен процес

Технологичният процес протича в следната последователност: Резервоарът се зарежда с работна течност, под собствената си тежест тя запълва елементите които се намират под нивото до което е запълнен резервоарът. Нивото на течността се определя чрез нивомера за работната течност в резервоара. Електродвигателя захранван от електрическата мрежа завърта центробежната помпа, тя засмуква работна течност от резервоара през смукателния тръбопровод и я подава в нагнетателния тръбопровод. Течността под налягане се разделя на две порции посредством крановете. Крана за подаване на работна течност към модул 2 определя дебита който ще се подаде към модул 2 и от там към разпръсквачите. По време на работа се следи налягането на работната течност посредством манометъра. При по-високо налягане от необходимото, част от нагнетяваната течност се връща в резервоара за разбъркване на течността чрез кран. По този начин се постигат два ефекта: предотвратяване на повишаване на налягането над необходимото и разбъркване на работната течност и предотвратяване на утаяване и разслояване. Модул 2 приема течност под налягане от модул 1 и я подава към модул 3. Същевременно с подаването на течност модул 2 подава и теглителна сила

към модул 3 посредством въже което е навито на макарата, която е част от модула. Модул 3 се предвижва по повърхността на почвата и разпръсква работна течност върху третираните култури.

Производителността на системата се обуславя от скоростта на движение на модул 3. При този начин на провеждане на растителна защита в оранжерии се спестяват разходите за предвижване на резервоара, помпата, работната течност в резервоара и елементите необходими за осигуряване на дебит и налягане на работната течност. Тези елементи са основната маса на машините за растителна защита на открито. В оранжерии площта е ограничена в сравнение с полските култури. Тук е възможно да се спестят разходите за предвижване на тези елементи. Недостатък на системата е необходимостта да се подава течност под налягане на променлива дистанция. Тръбопровода за подаване на течност под налягане към подвижния модул и въжето за предвижване на подвижния модул са допълнителни елементи които при подвижна система не биха били необходими. При успешна работа на системата биха се спестили участието на работници за извършване на растителната защита в оранжерии което е особено опасно за здравето тъй като в закритите площи средата е много по – токсична отколкото на открито.

Заключение

Оранжерийното производство трудно се поддава на механизация. Това значително оскъпява продукцията. Растителната защита в оранжерии е особено опасна тъй като препаратите приложени в закрити помещения са значително по-токсични и могат да причинят силни въздействия върху живота и здравето на операторите работещи в тази област. Едно решение на този проблем е тримодулната система за растителна защита в оранжерии. При този начин на провеждане на растителна защита в оранжерии се спестяват разходите за предвижване на елементи, които са основната маса на машините за растителна защита на открито. Недостатък на системата е необходимостта да се подава течност под налягане на променлива дистанция. Тръбопровода за подаване на течност под налягане към подвижния модул и въжето за предвижване на подвижния модул са допълнителни елементи които при подвижна система не биха били необходими. При успешна работа на системата биха се спестили участието на работници за извършване на растителната защита в оранжерии което е особено опасно за здравето тъй като в закритите площи средата е много по – токсична отколкото на открито.

Литература

Аграрен доклад на Министерство на земеделието и храните 2021

https://www.mzh.government.bg/media/filer_public/2021/12/07/ad_2021.pdf

АГРОБИО ТЕХНИКА - година III, брой 2, 2015

<https://agrobio.elmedia.net/bg/2015->

[2/editorials/%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8-%D0%B8%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80-%D0%B8%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%B7%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F%D1%82%D0%B0_00614.html](https://agrobio.elmedia.net/bg/2015-2/editorials/%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8-%D0%B8%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80-%D0%B8%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%B7%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F%D1%82%D0%B0_00614.html)

Арнаулов Боян, Хидропонните технологии – ефективен подход за отглеждане на зеленчукови култури Растителна защита, 08.2018

<https://www.plant-protection.com/article/896>

Ванева, В., 2019 г. в селското стопанство: Оранжерийно производство, Agri.BG

<https://agri.bg/novini/2019-g-v-selskoto-stopanstvo-oranzheriyno-proizvodstvo>

- Василева, Х., 2019, Интегрирана растителна защита в оранжерии, Agri.BG
<https://agri.bg/novini/uchat-fermeri-na-integrirana-rastitelna-zashtita-v-oranzherii>
- Гайдаров Н., В Григоров, Комплексна механизация в селското стопанство, София 1967.
- Дойчинов, Ангел, Интегрирана растителна защита в оранжерии или как да създадем две воюващи армии от насекоми, IN АГРО, РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА / ВУ АГРО ПЛОВДИВ / ОН 25 ОКТОМВРИ 2019
<https://agroplovdiv.bg/66455/%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BD%D0%B0-%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0-%D0%B2-%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD/>
- Защита на растенията от болести в парници и оранжерии, Български Фермер, 2, 2021
<https://www.bgfermer.bg/article/9504295>
- Карталов, П., А. Андреев, Н. Алексиев, Ръководство за упражнения по оранжерийно зеленчукопроизводство, Земиздат София, 1985.
- Михайлов Иван, Георги Цветански, Основни оранжерийни инсталации, София 1979. Модерни технологии
<https://www.opora.bg/46-praskachka-za-oranzheriya-marka-munkhof,-holandiya.html>
- Оранжерията – едно по-добро бъдеще за Вашето стопанство!
<https://finansirane.eu/%d0%be%d1%80%d0%b0%d0%bd%d0%b6%d0%b5%d1%80%d0%b8%d1%8f%d1%82%d0%b0-%d0%b5%d0%b4%d0%bd%d0%be-%d0%bf%d0%be-%d0%b4%d0%be%d0%b1%d1%80%d0%be-%d0%b1%d1%8a%d0%b4%d0%b5%d1%89%d0%b5-%d0%b7%d0%b0-%d0%b2%d0%b0/>
- Стефанова, Гертана, Същност и значение на Растителната Защита в съвременните условия на развитие на Европейския съюз и България, Българска наука, март, 2012
<https://nauka.bg/sshhnost-i-znachenie-na-rastitelnata-za/>
- Янкова, Винелина, Оранжерийното производство – предизвикателство и възможност за осигуряване на свежи зеленчуци, Растителна защита, 07, 2018г.
<https://www.plant-protection.com/article/882>
- Lin, Jinlong, Jing Ma, Kuan Liu, Xin Huang, Liping Xiao, Shibbir Ahmed, Xiaoya Dong, Baijing Qiu, Development and test of an autonomous air-assisted sprayer based on single hanging track for solar greenhouse, Crop Protection, Volume 142, April 2021, 105502
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026121942030435X>
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105502>
- Llop, Jordi, Emilio Gil, Jordi Llorens, Montserrat Gallart, Paolo Balsari Influence of air-assistance on spray application for tomato plants in greenhouses, Crop Protection, Volume 78, December 2015, Pages 293-301
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219415301253?via%3Dihub>

ТЕОРЕТИЧНИ ПРЕДПОСТАВКИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ПРЕНОСИМА ХИДРАВЛИЧНА ДВУБАРАБАННА ЛЕБЕДКА ПРИ ДОБИВ НА ДРЕБНОРАЗМЕРНА ДЪРВЕСИНА В ОТГЛЕДНИ СЕЧИ

Ю. И. Енакиев^{1*}, К. Г. Стефанов², Т. П. Крумов²

¹*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
"Никола Пушкин"*

²*Лесотехнически Университет*

*e-mail: yenakiev@yahoo.co.uk

Резюме

Разработени са теоретични предпоставки за използване на преносима хидравлична двубарабанна лебедка при добив на дребноразмерна дървесина от отгледни сечи. Обоснована е необходимостта от добиването на дребноразмерна дървесина при провеждането на отгледни сечи в млада възраст, които се характеризират с ниска интензивност, нехомогенност и много ниска обемна плътност. Използването на преносима хидравлична двубарабанна лебедка в млади насаждения позволява да реши редица проблеми, свързани с механизацията на най-трудоемките процеси по събирането и извличането на дървесината от тези насаждения, а също така и на временни складове.

Ключови думи: теоретични предпоставки, преносима хидравлична двубарабанна лебедка, дребноразмерна дървесина, отгледни сечи, биомаса, енергийни нужди.

THEORETICAL PREREQUISITES FOR THE USE OF A PORTABLE HYDRAULIC DOUBLE-DRUM WINCH IN THE HARVESTING OF SMALL-SIZED TIMBER IN MANAGED FORESTS

Y. I. Enakiev^{1*}, K. G. Stefanov², T. P. Krumov²

¹*Nikola Poushkarov Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection
(Sofia, Bulgaria)*

²*University of Forestry*

*e-mail: yenakiev@yahoo.co.uk

Abstract

Theoretical prerequisites have been developed for the use of a portable hydraulic double-drum winch in the harvesting of small-sized timber in thinning operations. The necessity of harvesting small-sized timber during thinning operations at a young age has been justified, characterized by low intensity, heterogeneity, and very low bulk density. The use of a portable hydraulic double-drum winch in young stands allows for the resolution of several issues related to the mechanization of the most labor-intensive processes of collecting and extracting timber from these stands, as well as from temporary storage sites.

Key words: theoretical prerequisites, portable hydraulic double-drum winch, small-sized wood, tending cuts, biomass, energy needs.

Въведение

Отгледните сечи са едно от важните лесовъдски мероприятия за интензификация на горското стопанство (Marinov et al., 2013). Прилагането им осигурява на страната допълнително количество дървесина и води до увеличаването на прираста и подобряване на състоянието на горските екосистеми (Stefanov and Krumov, 2024).

Решаването на проблема при добиването и използването на дребноразмерната дървесина от отгледни сечи, особено в по-младите насаждения, е актуално не само за нашата страна, която е с ограничени дървесни ресурси, но и за развитите в горскостопанско отношение страни, каквито са Канада, Финландия, Швеция, Полша, Чехия и др. (Akay, 2005; Edenhofer, 2015). Големият интерес към тази дървесина се дължи на това, че по своите физико-механични и химични свойства тя представлява ценна суровина не само за промишлеността, но и за строителството и бита. (Gellerstedt, 1997; Klochkov, 2009).

Извеждането им е съпроводено от редица фактори, като: липсата на интерес от страна на дърводобивните фирми (тежки условия на работа при ниска себестойност на продукцията), липсата на достатъчно квалифицирана работна ръка и не на последно място слабо развитата горско пътна мрежа (Marinov et al., 2014).

Резултати и обсъждане

Лебедките намират широко приложение при стопанисването на горските територии и по специално в дърводобива (Laurier et al., 2002). Използват се в планински и полупланински райони, които преобладават в нашата страна, за извличане на дървените материали от трудно достъпни места (дълбоки и непроходими дерета), чрез използване на теглително въже (Russell and Mortimer, 2005; Marinov and Stefanov, 2019).

Основните параметри, които определят конструкцията на лебедката са:

- броя на барабаните;
- капацитета на въжето;
- теглителната сила на барабаните;
- скоростта на въжетата.

Брой на барабаните

Броят на барабаните на лебедката зависи от броя на операциите, които извършва. За извършване на всяка операция по правило са необходими два барабана, единият от които работи (премества товара), вторият се използва за захранване на прикачно оборудване до мястото, където се улавя товарът (обратен барабан).

На местата за дърводобив лебедките се използват за плъзгане на дървен материал и товаренето му върху транспорт за дървен материал. При необходимост дървесината се подрежда и с лебедки се извършват различни подготвителни, дървоподреждащи и спомагателни работи (монтаж на въже-блокови инсталации, отстраняване на висящи дървета и др.) (Visser and Stampfer, 2015).

Дърводобивът с лебедки се извършва предимно на сечища, разположени в равнинни блатисти местности или в планински райони. Тъй като работния орган на плъзгащите лебедки е въжето, такова плъзгане често се нарича плъзгане с въже. Лебедките за плъзгане имат редица предимства пред другите механизми за плъзгане. Например, те могат да се използват при плъзгане по всяко време на годината и на всякакъв терен, те се износват по-малко от тракторите поради неподвижното си положение при работа и имат по-висока ефективност, тъй като почти цялата мощност се изразходва за преместване на товара.

При работа в планински райони се използват главно несамоходни едно-, дву- и многобарабани лебедки, задвижвани от двигатели с вътрешно горене: бензинови или дизелови. Въпреки това, използването на еднбарабани лебедки при дърводобив е ограничено, тъй като те само механизират движението на товара, а връщането на въжето до мястото, където е закачен следващият сноп, се извършва ръчно. Еднбарабанните лебедки се използват в случаите, когато въжето може да се движи от едната страна под въздействието на собственото си тегло на товара или товароподемно устройство, например в инсталации за плъзгане над главата, работещи при спускане по горски планински склонове. Двубарабанните лебедки се използват на горните скидери и могат да преместват дървени товари на големи разстояния. Тези лебедки могат да се използват и за подреждане на дървен материал (Kulakov and Veremeychik, 2013).

Многбарабанните лебедки имат от три до шест барабана и се използват най-широко при операции по дърводобив за задвижване на различни въжета за плъзгане и плъзгане-натоварване. Лебедки с четири или повече барабана се наричат модулни, тъй като тези лебедки могат да изпълняват няколко операции, без да се включват други механизми (в модулните лебедки двата барабана се използват за плъзгане, а останалите за товарене). Теглително-скоростните характеристики на новите лебедки са подобрени и е създадено повече удобство при експлоатацията и поддръжката им. Новите лебедки са оборудвани с редуктори, които осигуряват най-малко три скорости за навиване на въжета върху барабани.

Изчисляване на капацитета на въжето на барабана на лебедката и скоростта на въжето

Капацитетът на въжето на барабана зависи от неговото предназначение, както и от предназначението и условията на работа на лебедката. И така, капацитетът на въжето на малкия барабан:

$$L = L_1 + L_2 \quad (1)$$

където:

L_1 – разстояние на движение на товара, m;

L_2 – допълнителната дължина на въжето, m.

В зависимост от технологичните условия допълнителната дължина на въжето, може да бъде от 20 до 70 m. Разстояние на движение на товара зависи от условията на работа на лебедката, от вида на изградените платформи за изтегляне на дървения материал (горни складове) и от начина за извозване на дървения материал.

С намаляване на разстоянието на движение на товара, производителността на лебедката се увеличава и разходите за теглене на дървен материал намаляват. Но в този случай броят на смените на лебедките от едно място на друго се увеличава и поради това е необходимо да се изградят повече товарни точки, което ще доведе до намаляване на степента на използване на работното време и увеличаване на разходите за подготвителна и спомагателна работа.

Капацитетът на въжето на барабана за подаване на теглено оборудване до мястото, където се качва товара (барабан за връщане), трябва да бъде 2,2 пъти по-голям от капацитета на въжето на работния барабан. Капацитетът на въжетата на товарния и спомагателния барабан обикновено е 100-150 m.

Поради необходимостта от навиване на дълга дължина на въжетата, барабаните на лебедките, използвани при дърводобив, са пригодени за многоредово навиване, за което имат високи фланци. Познавайки размерите на барабана, е лесно да се определи неговия капацитет на въжето. Тя ще бъде равна на произведението на средната дължина на оборота на въжето и общия брой намотки

на въжето на барабана, като се вземе предвид разликата между ръба на фланеца и горния ред намотка от $2d_k$:

$$l_{cp} = \frac{(D_p - 4d_k + D_6)}{2}, \quad (2)$$

където:

D_p – диаметърът на фланеца на барабана, m;

d_k – диаметърът на въжето, навито на барабана, m;

D_6 – диаметърът на барабана, m.

Броят на завъртания на въжето върху барабан в един ред:

$$i_s = \frac{l_6}{D_k} \quad (3)$$

където:

l_6 – дължината на барабана, m, като се вземе предвид границата между ръба на фланеца и горния ред намотка от $2d_k$:

$$i_p = \frac{D_p - 4d_k + D_6}{2d_k}, \quad (4)$$

Общият брой навивки на въжето върху барабана:

$$i = i_s i_p = \frac{l_6 (D_p - 4d_k + D_6)}{2d_k^2}, \quad (5)$$

Следователно, капацитетът на въжето на барабана е:

$$L = l_{cp} i = \frac{\pi \varphi l_6 [(D_p - 4d_k)^2 - D_6^2]}{4d_k^2}, \quad (6)$$

$$L = \frac{0,7l_6[(D_p - 4d_k)^2 - D_6^2]}{d_k^2} \quad (7)$$

Когато въжето е навито на няколко реда на барабана, скоростта на движението му не е еднаква на различните редове навивки. На долния ред навивки скоростта ще бъде най-малка, а на горния ред – ще бъде най-голяма. Съотношението между скоростите на движение на въжето по горните редове на барабана в плъзгащите лебедки е 1,5-2. Най-ниска долна скорост на движение на въжето:

$$v_{min} = \frac{(D_6 + d_k)\omega}{2} \text{ m/s}, \quad (8)$$

където:

ω – ъгловата скорост на барабана.

Най-висока скорост на въжето:

$$v_{max} = \frac{(D_p + 5d_k)\omega}{2} \text{ m/s}, \quad (9)$$

Скоростта на движението на въжето на всеки ред навивки:

$$v_i = \frac{[D_6 + (2i_i - 1)d_k]\omega}{2} \quad (10)$$

където:

i_i – брой редове навивки на въжето.

При многоредово навиване на въжето барабанът се прави гладък. За равномерно навиване на въжето върху барабана, най-близкият направляващ блок трябва да бъде на разстояние най-малко 20 m и разположен на линия, перпендикулярна на оста на барабана, минаваща през средата на тази ос.

Скоростите на въжетата се избират в зависимост от разстоянието и начина на преместване на товара и предназначението на барабана. При преместване на окачен товар по носещо въже върху вагон на значително разстояние (до 2000 m), скоростта на теглителното въже може да бъде до 10 m/s.

При теглене на дървен материал на разстояние 150-180 m скоростта на работното въже се приема 0,5-1,2 m/s, а при товарене на дървен материал – 0,2-0,6 m/s. Възприема се същата скорост на движение на въжето при плъзгане на къси разстояния и по време на товарене, тъй като в тези случаи увеличаването на скоростта не оказва значително влияние върху работата на лебедката, но значително увеличава мощността на двигателя на лебедката. Скоростта на връщащото въже в повечето случаи не влияе на мощността на двигателя. Следователно е изгодно да има висока скорост на движение на връщащото въже, тъй като това позволява да се намали времето, прекарано на връщащия ход, и обикновено е 2-4 пъти по-високо от скоростта на движение на работното въже. За по-пълно натоварване на двигателя на лебедката и увеличаване на неговата производителност е препоръчително да има поне три скорости на въжето.

Изчисляване на мощността на лебедката

Мощността, консумирана от лебедката по време на плъзгане, без да се отчита възможното претоварване на двигателя, се определя по формулата:

$$N = \frac{Z_{\text{тяг}} v}{\eta} \quad (11)$$

При товарене на дървен материал мощността, консумирана от лебедката, ще бъде по-малка. Като се има предвид, че работните ходове по време на плъзгане и товарене, като правило, не съвпадат във времето, избираме инсталационната мощност на двигателя на лебедката според мощността, консумирана от лебедката по време на плъзгане, като се вземе предвид допустимото претоварване. Инсталираната мощност трябва да отговаря на условието

$$N_{\text{уст}} \geq N_0 \quad (12)$$

където N_0 е мощността, консумирана от лебедката по време на процеса на плъзгане, като се вземе предвид допустимото претоварване на двигателя:

$$N_0 \geq \frac{N}{k_{\text{п}}} \quad (13)$$

където:

$k_{\text{п}}$ – фактор на претоварване:

За двигател с вътрешно горене $k_{\text{п}} = 1,25$;

За електродвигатели $k_{\text{п}} = 1,6-2,0$.

Изчисляване на производителността на плъзгащата лебедка

Ефективността на лебедката при плъзгане зависи от разстоянието на плъзгане, от средния обем на плъзганите трупи (дървета), както и от почвените и земните условия, терена и времето на годината:

$$\Pi = \frac{(T_{\text{см}} - t_{\text{п.з.}}) \varphi_1 M_{\text{ср}}}{\frac{1}{v_r} + \frac{1}{v_x} + t_{\text{пр}} + t_0} \quad (14)$$

където: T_{cm} е продължителността на смяната, s;
 $t_{п.з.}$ – времето за подготвителни и заключителни операции: $t_{п.з.} = 1800$ s;
 ϕ_1 – коефициентът на използване на работното време (като се вземе предвид прехвърлянето на въжената система от дърводобивния сектор);
 M_{cp} – средния обем на натъпкан пакет, m^3 ;
 l – средното разстояние на приплъзване, m;
 v_r – средната скорост на опаковката, m/s;
 v_x – средната скорост на подаване на прикачното оборудване към дроселната точка, m/s;
 $t_{пр}$ – времето за събиране и закрепване на сноп към работното въже на мястото на рязане, s;
 t_0 – времето за откачане на пакета и тегленото оборудване в точката на товарене (горен склад), s.

Значенията v_r и v_x са взети от техническите характеристики на лебедката или са определени от конкретни наблюдения. Когато се използва постоянно теглено оборудване на плъзгач, времето $t_{п.з.}$ и t_0 зависят от средния обем на трупа и от обема на снопа, който се плъзга. Те могат да бъдат определени с помощта на следните емпирични формули:

$$t_{пр} = a_0 M_{cp} \quad t_{пр} = b_0 + c_0 M_{cp} \quad (15)$$

Коефициентите a_0 , b_0 и c_0 се определят емпирично.

Формулата (16) също определя производителността на лебедката, използвана за плъзгане и товарене, т.е. когато се използва за задвижване на инсталация за плъзгане и товарене. Освен това, ако плъзгането и товаренето се извършват едновременно, тогава производителността на лебедката по време на товарене трябва да бъде равна или малко по-висока от производителността по време на плъзгане. Ако плъзгането и товаренето се комбинират, така че товаренето да се извършва в процеса плъзгане, както например при въжена инсталация, цялостната производителност на лебедката се определя от нейните характеристики на плъзгане.

Когато операциите по плъзгане и товарене са частично комбинирани във времето или се извършват отделно от едно и също оборудване, общата производителност на лебедката, обслужваща такава инсталация за плъзгане и товарене, се определя по формулата:

$$\Pi = \frac{\Pi_T \Pi_{\Pi}}{\Pi_T + \Pi_{\Pi}} \quad (16)$$

където: Π_T – е производителността на лебедката при плъзгане, kg/m^3 ;
 Π_{Π} – производителност на лебедката по време на товарене, kg/m^3 .

Заключение

В резултат от направения анализ се вижда, че преносимите моторни лебедки могат да намерят широко приложение при работа в планински и полупланински райони, които преобладават в нашата страна, за извличане на дървените материали от трудно достъпни места – в дълбоки и непроходими дерета, в млади насаждения, а също така и на временни складове.

Оборудваната с радио управление лебедка ще позволи механизирането на извозването на дребноразмерна дървесина от млади гъсти насаждения, в които се извеждат отгледни или селективни сечи, при които използването на тракторна-моторна или животински сила е нерентабилно. Малкото им тегло и малките габаритни размери ще позволят употребата на лебедките да се обслужва от един

човек. Включването на лебедката към комплексна бригада за работа в млади насаждения ще разреши въпроса за механизацията на най-трудоемките процеси по събирането и извличането на дървесината от тези насаждения.

При проведените изследвания на работа с преносима моторна лебедка е постигната производителност 2-4,5 m³/h. Тази производителност е рентабилна за използването на преносимите лебедки в нашето горско стопанство.

Необходимо е провеждане на изследвания за определяне на експлоатационно техническите параметри на преносимите лебедки в сегашните производствени и икономически условия в нашата страна. В резултат може да се предложи най-ефективната технология при извличането на дървените материали при различни природо-производствени и технологични условия.

Литература

- Akay, A. E. 2005. Using farm tractors in small-scale forest harvesting operations. Journal of Applied Sciences Research №1(2). 196-199.
- Edenhofer, O. 2015. Renewable energy sources and climate change mitigation. Brussels: IPCC. p. 247.
- Gellerstedt, S., 1997: Mechanised cleaning of young forest – The strain on the operator. International Journal of Industrial Ergonomics №20(2): 137-143.
- Klochkov, A. V. 2009. Bioenergy in agriculture: scientific and methodological manual. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, p. 64.
- Kulakov, G. T., E. G. Veremeychik. 2013. Forecasts for the development of global energy until 2030. Science - education, production, economics: materials of the 11th Int. scientific and technical conf. Minsk: BNTU, №1. 99-100.
- Laurier, J. P., M. Baraton, J. Capelier. 2002: Machines de bûcheronnage: Panorama du parc français des matériels e examen de son évolution de 1980 à 2002. Projet SY55. Convention DGFAR/AFOCEL, France.
- Marinov, K., Z. Gochev, Z., S. Stoilov. 2013. Technological opportunities survey of forest short rotation plantations in Bulgaria for energy biomass production. Innovation in woodworking industry and engineering design. ISSN 1314-6149, Vol II, 1/2013, 148-182.
- Marinov, K., Z. Gochev, M. Lieskovski, M. Ferenchik. 2014. Energy characteristics of wood biomass of Euro-American hybrid poplars. Governance and sustainable development. №6 (49). 103-112.
- Marinov, K., K. Stefanov. 2019. Operational productivity of forest milling shrub cutters for cleaning poplar fellings. Forest Science, №1. 91-111.
- Russell, F., Mortimer, D., 2005: A review of small-scale harvesting systems in use worldwide and their potential application in Irish forestry. Ireland, National Council for Forest Research and Development, p.48.
- Stefanov, K., T. Krumov. 2024. Prilozhenie na prenosimite motorni lebedki pri izvoza na drebnorazmerna dървесina ot otgledni sechi. Sbornik s dokladi ot nauchen forum s mezhdunarodno uchashtie "Ekologiya i agrotekhnologii – fundamentalna nauka i prakticheska realizatsiya". Tom 5. Sofiya, 224-230.
- Visser, R., K. Stampfer. 2015: Expanding ground-based harvesting onto steep terrain: A review. Croatian Journal of Forest Engineering №36(2). 321-331.

INVESTIGATING OPTIMAL CONDITIONS FOR HIGHEST BIOSYNTHESIS OF SURFACTANTS BY *STREPTOMYCES* 2265

Ivo Ganchev^{1*}, Lev Tribis², Veselin Pankov², Vasil Hristov¹, Apostol Tododrov¹,
Tsvetan Valev², Radostina Georgieva¹

¹Trakia University of Stara Zagora,
Faculty of Technics and Technologies of Yambol,
38 Graf Ignatiev str., 8602, Yambol, Bulgaria,

² Agriculture Academy, The “Nikola Poushkarov” Institute of Soil Science,
Agrotechnologies and Plant Protection,
7 Shosse Bankya str., 1331 Sofia, Bulgaria

*e-mail: ivotg@abv.bg

Abstract

Biosurfactants are emerging as suitable alternatives to the predominant less sustainable petroleum-derived counterparts. The production process of biosurfactants in a life cycle assessment context concerns the steps from resource extraction (cradle) to when it leaves the factory. The composition of the laboratory media on which biosurfactants producing microorganisms grow is critical to the production yield and type of produced product. The present study describes a structural features of biosurfactants, produced by *Streptomyces* spp. isolated from soil from the South Bulgaria region. The highest biosurfactant production (2.75 g/L) was obtained under the optimal conditions of 2% (w/v) used starch as a carbon source, 2% (w/v) yeast extract as a nitrogen source and sodium chloride at 3%, at pH 6.0 and at temperature of cultivation of 30°C.

Key words: Biosurfactant, *Streptomyces* spp., Glycolipid, Biosynthesis, Antimicrobial Activity, Growth study.

Introduction

Biosurfactants are microbial or plant-based compounds that exhibit apparent surface and emulsifying activities. They are amphiphilic compounds contain hydrophobic and hydrophilic moieties which produced on living microbial cell surfaces, or excreted in the extracellular spaces [Cazals et al., 2020]. The versatile properties of biosurfactants also enabled them to be used in agriculture, mainly to replace synthetic surfactants in formulations of pesticides and agrochemicals, favouring the expansion of "green chemistry" in this sector in response to the need to reduce/eliminate negative impacts on the environment and human health due to the excessive use of chemical compounds [Elazzazy et al., 2015]. Rhamnolipid and lipopeptide biosurfactants are associated with an improvement in soil quality, which is important for the production of crops, as these natural compounds serve as bioremediation agents of soils, surface water, groundwater, and waste streams contaminated with hydrophobic organic compounds, such as polycyclic aromatic hydrocarbons [Wang et al., 2022] and metals [Hentati et al., 2021]. Due to their antimicrobial activity, biosurfactants from the lipid classes of mannosylerythritol, rhamnolipids, and lipopeptides can also be used as biopesticides to control different pests, pathogens, phytopathogenic fungi, and weeds [Elazzazy et al., 2015]. Lipopeptides produced by *Pseudomonas putida* and *Pseudomonas fluorescens* respectively cause the lysis of *Phytophthora capsica* zoospores, which cause the “damping off” of cucumbers [Hentati et al., 2021], and inhibit the growth of phytopathogens, such as *Pythium ultimum*, *Fusarium oxysporum* and *Phytophthora cryptogea* [Gomes et al., 2018]. Other lipopeptides

and some glycolipids have also showed promising results in this field regarding the inhibition of the action of aphids, mosquitos, and harmful toxins produced by the fungus *Aspergillus parasiticum* in peanut, cotton, and corn crops, preventing microbial infections and pest infestations [Wang et al., 2022]. Biosurfactants and biosurfactant-producing microorganisms can also serve as nutrients for plants (carbon source) and aid in the absorption of essential substances for their proper development through the efficient distribution of metals and micronutrients in the soil and production of biofilm on roots, while also protecting plants from harmful substances [Cazals et al., 2020]. Thus, the aims of the present study were to determine the production of biosurfactant from *Streptomyces* 2265 strain.

Materials and Methods

Microbial strains and inoculum preparation

Streptomyces 2265 strain was kindly provided by The National Bank of Industrial Microorganisms and Cell Cultures, University of Chemical Technologies and Metallurgy, Sofia, Bulgaria. They were maintained at 30 °C for 15 days Tryptone Soy Broth medium. Spores were inoculated in 250-ml Erlenmeyer flasks containing 50 ml of this medium and let to germinate for 48 h in an orbital shaker at 28 °C and 150 rpm. The resulting suspension was used as inoculum for subsequent experiments. The microorganisms were stored in cryotubes (10% v/v glycerol) at –18 °C and used throughout the present study.

Separation and recovery of biosurfactant

The growth of *Streptomyces* 2265 in the prescribed medium for the biosurfactant production was done as defined by Ilory et al. [2005] with the following composition (g/l): (1% (w/ v) starch, K₂HPO₄ (4.75), NH₄Cl (1.0), MgSO₄·7H₂O (0.6), FeSO₄·7H₂O (0.01), ZnSO₄·7H₂O (0.01), CaCl₂·H₂O (0.01) and MnCl₂ (0.01), and their pH was adjusted to 7.0. The culture medium pH was adjusted to 7.0 before sterilization. The inoculated culture broth was allowed to grow for 7 days with the rotating condition at 120 rpm for 28 °C. Biosurfactant was separated from the cell-free culture broth, which was previously acidified to pH 2.0 with 6.0M HCl. Liquid-liquid extraction was performed with two equal volumes of a chloroform: methanol (2:1, v/v) mixture. The precipitated biosurfactant was collected by centrifugation at 3000×g for 2 min. The organic phase was removed, re-suspended in distilled water, adjusted to pH 7.0 and dried at 37 °C to determine the concentration of isolated biosurfactant (g/l).

Determination of growth curve and biomass

Streptomyces 2265 strain was cultured at 28 °C and 150 rpm in 250-ml flasks using a 1.0% (v/v) inoculum. Cell concentration, pH, surface tension, emulsification index and product concentration were measured at different time intervals up to 144 h. After centrifuging known-volume samples of fermented broth at 5000×g for 20 min to separate the supernatant, biomass was washed twice with distilled water, and cell dry weight determined after drying at 105 °C for 24 h. Cell mass concentration was calculated by dividing this weight by the sample volume.

The primary inoculum was prepared using starch casein medium, for the growth of actinobacterium culture. The primary actinobacterium culture was prepared using (5 ml) 5% of the primary culture being inoculated in a culture medium (95 ml) and was allowed to grow in shaking condition (120 rpm) at 28 °C for two days. Likewise, the primary bacterium (50 ml) culture was inoculated in 1L of starch casein medium (pH - 7.0) and the culture was allowed to grow for 7 days in shaking condition at 120 rpm in 28 ± 2 °C.

Influence of adjusting the pH and temperature of the medium on production of biosurfactant was impacted on the medium. In the same manner, the effect of NaCl adjusting in medium impact on the production of biosurfactant in the medium. The

Streptomyces sp. production of biosurfactant activity was exhibited method for separation and recovery of biosurfactant and determination of crude surfactant in the cultural medium.

Statistical analysis

The Analysis of Variance (ANOVA) was used to check statistically significant differences between the average values of responses induced by variations in the independent variables. For this purpose, after preliminary comparison among data that composed each midpoint with the help of box plot, the one-way ANOVA test was used. Differences were considered statistically significant when the significance level (p) was < 0.05 .

Results and Discussion

Duration of *Streptomyces* 2265 biosurfactant production

The culture attained the log phase at the 4 h time of growth condition, then the biosurfactant formation started to slow down the growth phase (0.625 g/ml), due to the correlation between the culture biosurfactant and surface tension. The culture reached the end of log phase at the 134 h, while the biosurfactant concentration fell down to (2.75 g/ml), after which the culture reached the stage of stationary phase (Figure 1). Similar growth pattern results were also obtained using marine *Streptomyces* SNJASM6 strain [Javee et al., 2020].

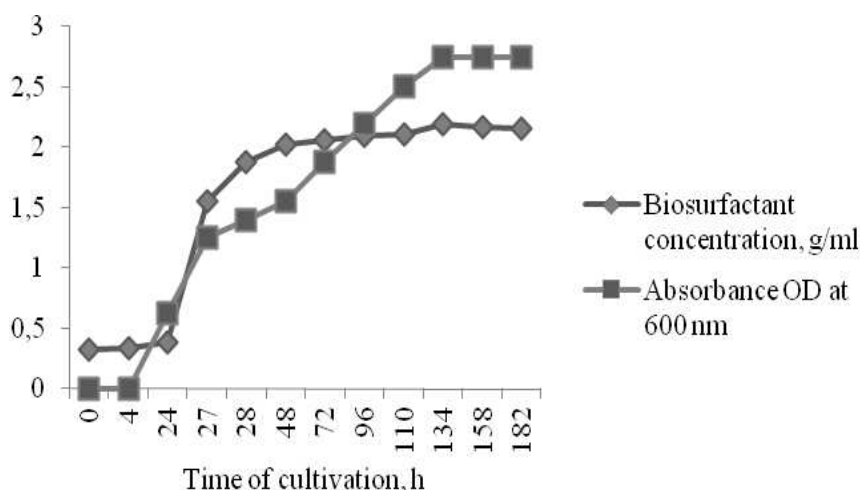


Figure 1. Growth kinetics of *Streptomyces* 2265 strain. Cell growth at absorbance at 600 nm and biosurfactant formation (g/ml)

Carbon and nitrogen role of the biosurfactant in *Streptomyces* 2265 strain

The carbon sources play a major part in the culture growth and their bioactive metabolites production in *Streptomyces* 2265 strain, while changes in the carbon sources would affect the growth phase of the organism. Suitable carbon source determines the biomass production and enhances the metabolite of the organism. Here we used to screen various carbon sources for their bioactive metabolites production of biosurfactant such as fructose, glucose, maltose, sucrose, starch by *Streptomyces* 2265 strain (Figure 2A). Among these, high biosurfactant was obtained in starch 2% (w/v) being used as a carbon source in the nutrient medium. In addition 89.6% of emulsification activity occurred in the medium amended with 2% starch. *Staphylococcus* sp. CO100 strain produced the highest biosurfactant, while sucrose was used as a main source in the medium [Hentati et al., 2021]. A similar result was also observed in *Streptomyces* SNJASM6 strain displaying the highest level of biosurfactant in the presence of starch as a main source in the medium [Javee et al., 2020].

The nitrogen source is also one of the key factors for bioactive metabolite production in microorganisms. In this study, we have screened various nitrogen sources such as peptone, tryptone, yeast, beef, casein for biosurfactant production in *Streptomyces* 2265 strain (Figure 2B). Among these the high emulsification activity 70.3% was observed in the yeast extract and the lowest 45.9% biosurfactant production in the peptone medium. A similar result was also observed in marine *Streptomyces* SNJASM6 strain, the highest biosurfactant activity in the yeast amended medium [Javee et al., 2020].

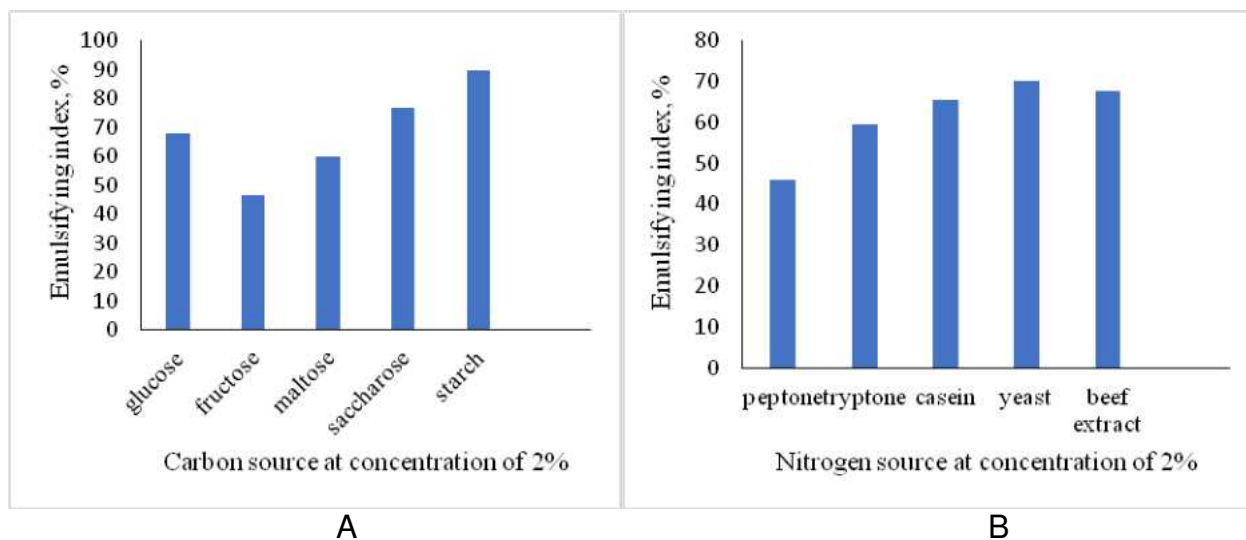


Figure 2. Effect of carbon sources (A) and nitrogen sources (B) on biosurfactant production of *Streptomyces* 2665 strain

Temperature, pH, NaCl role in the biosurfactant production

The sodium chloride concentration was an important growth factor for microorganisms. Alkaline natured actinobacteria produce tremendous Bs values in the plant protection. Here, we used different concentrations of NaCl 1 – 6% (w/ v) (Figure 3A), from which 3% of NaCl (w/ v), showed 69.7% of emulsification activity and the least 6% of NaCl (w/ v), showed 19.8% emulsification activity. The NaCl 4% (w/ v), 78% emulsification activity was obtained in *Streptomyces* SNJASM6 strain [Javee et al., 2020]. The medium pH plays a major role in determining the culture growth and the production of the metabolites from the microbes. The initial concentration of pH - 4 was having a low amount of surfactant production (E24 = 20.6%), whereas increase in pH (pH - 7) significantly increased the surfactant activity in the culture medium. (E24 = 35.6%), (Figure 3B). Whereas, with further increase in the pH of the culture medium, the growth and emulsification of the culture drastically reduced. The same report was also found in [Javee et al., 2020], indicating that the pH variations could affect the emulsification activity of the organism. Temperature was also one of the main factor for the culture growth and biosurfactant production, the optimum temperature of *Streptomyces* 2265 strain was 30 °C, where the emulsifying activity was recorded to be (E24 = 65.5%), the lower emulsifying activity (E24 = 45.9%) was recorded in 20 °C temperature of the culture (Figure 3C). *Streptomyces* SNJASM6 strain showed the highest emulsifying activity (E24 = 80%), when it was grown at 30 °C [Javee et al., 2020].

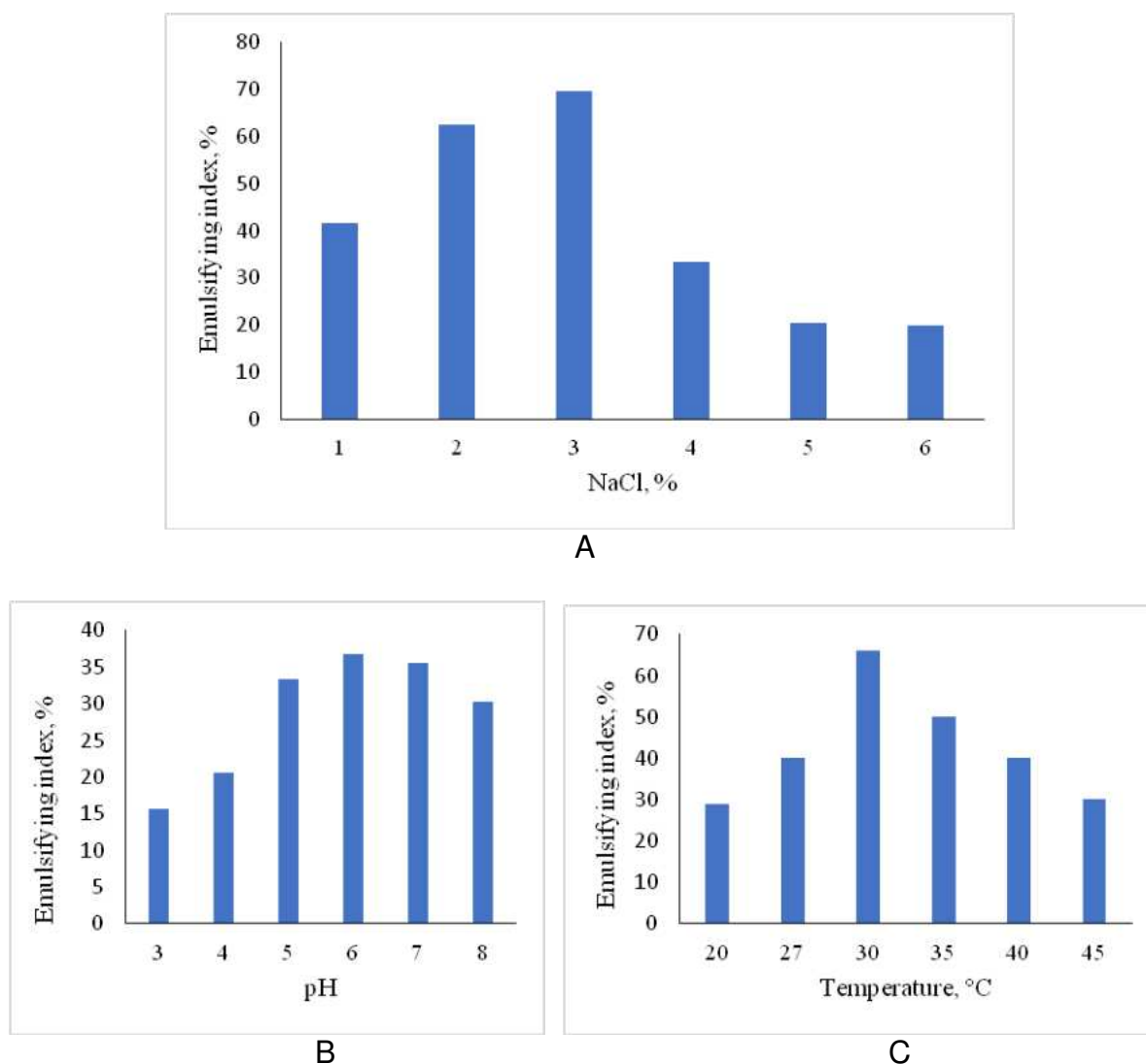


Figure 3. Effect of sodium chloride content in the nutrition medium (A), pH of the nutrition medium (B) and temperature of the cultivation (B) on biosurfactant production of *Streptomyces* 2665 strain

Conclusion

The present study illustrates the isolation and purification of biosurfactant produced by *Streptomyces* 2265 strain. After the preliminary biochemical screening, *Streptomyces* 2265 strain showed significant emulsification activities with yeast extract as nitrogen source, starch as carbon source, in the presence of sodium chloride at 3%, at pH 6.0 and at temperature of cultivation of 30°C. From this finding, *Streptomyces* 2265 strain biosurfactant can also be a promising candidate for antimicrobial agent with application in plant protection practice.

Acknowledgments

This research is supported by Bulgarian Ministry of Education and Science under National Science Found, Contract № KP-06-PM67/6 - SUNY BG-175467353-2022-03-0019.

References

Cazals F., D. Huguenot, M. Crampon, S. Colombano, S. Betelu, N. Galopin, Ar. Perrault, M. Simonnot, I. Ignatiadis, St. Rossano (2020). Production of biosurfactant using the

- endemic bacterial community of a PAHs contaminated soil, and its potential use for PAHs remobilization. *Science of The Total Environment*, 709 : 136143
- Elazzazy A. M., T.S. Abdelmoneim, O.A. Almaghrabi (2015). Isolation and characterization of biosurfactant production under extreme environmental conditions by alkali-halophilic bacteria from Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22 : 466-475
- Gomes M.B., E.E. Gonzales-Limache, S.T.P. Sousa, B.M. Dellagnezze, A. Sartoratto, L.C.F. Silva, L.M. Gieg, E. Valoni, R.S. Souza, A.P.R. Torres, M.P. Sousa, S.O. De Paula, C.C. Silva, V.M. Oliveira (2018). Exploring the potential of halophilic bacteria from oil terminal environments for biosurfactant production and hydrocarbon degradation under high-salinity conditions. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 126 : 231-242
- Hentati D., M. Cheffi, F. Hadrich, N. Makhloufi, Fr. Rabanal, A. Manresa, S. Sayadi, M. Chamkha (2021). Investigation of halotolerant marine *Staphylococcus* sp. CO100, as a promising hydrocarbon-degrading and biosurfactant-producing bacterium, under saline conditions. *Journal of Environmental Management*, 277 : 111480
- Javee A., R. Karuppan , N. Subramani (2020). Bioactive glycolipid biosurfactant from seaweed *Sargassum myriocystum* associated bacteria *Streptomyces* sp . SNJASM6. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 23 : 101505
- Wang X., B. Liu, X. Li, W. Lin, D. Li, H. Dong, L. Wang (2022). Biosurfactants produced by novel facultative-halophilic *Bacillus* sp. XT-2 with biodegradation of long chain n-alkane and the application for enhancing waxy oil recovery. *Energy*, 240 : 122802

BIOSURFACTANT BY *STREPTOMYCES* SSP.: STRUCTURAL FEATURES

Ivo Ganchev^{1*}, Lev Tribis², Veselin Pankov², Vasil Hristov¹, Apostol Tododrov¹,
Tsvetan Valev², Radostina Georgieva¹

¹Trakia University of Stara Zagora,
Faculty of Technics and Technologies of Yambol,
38 Graf Ignatiev str., 8602, Yambol, Bulgaria,

² Agriculture Academy, The “Nikola Poushkarov” Institute of Soil Science,
Agrotechnologies and Plant Protection,
7 Shosse Bankya str., 1331 Sofia, Bulgaria

*e-mail: ivotg@abv.bg

Abstract

Surface active agent contain a mixture of hydrophobic and hydrophilic constituents making the molecule amphipathic (most of the biosurfactants) thus giving them an effective active area in both the kind (hydrophobic and hydrophilic) of surfaces. The biochemical study and the structural characterizations such as Fourier transform infrared spectroscopy and thermal stability analysis confirmed the glycolipid nature of the isolated biosurfactant by *Streptomyces* 2265 strain. An efficient water surface tension significantly decreases from 60.0 mN/ m to 19.8 mN/m, however, the isolated biosurfactant, has a micelle concentration of 50 mg/L. The emulsifying activity and stability of biosurfactant by *Streptomyces* spp. were also studied at the various conditions like temperature, pH and NaCl concentrations, which were found to be 5%, 6%, and 7% respectively.

Key words: Biosurfactant, *Streptomyces* 2265, Infrared spectral features, Thermal analysis.

Introduction

Microorganisms produce many different/unique amphiphilic metabolites displaying a considerable structural diversity. Most biosurfactants are low-molecular-weight microbial amphiphiles, which typically consist of a hydrophilic head group and a hydrophobic tail and can include a diversity of subunits such a sugars, fatty acids, amino acids, and carboxylic acid groups [Das and Kumar, 2019].

Glycolipids comprise the greatest share of commercially available microbial surfactants. They are composed of a nonsugar component, the aglycone, and a saccharide, the glycone. Many different glycones are found in microbial biosurfactants, the most prominent being rhamnose in rhamnolipids or sophorose in sophorolipids. These structures are particularly interesting since many glycolipids show a high efficiency at lowering interfacial energy and concurrently good biological degradability. Furthermore, they can be produced from renewable raw materials [Joshi et al., 2008]. It was found that rhamnolipids and sophorolipids (along with sodium dodecyl sulphate and some organic acids) have biofilm disruption abilities and antibacterial properties [Díaz De Rienzo et al., 2016]. The results of this study demonstrated that the processes in which rhamnolipids and sophorolipids counteract bacteria could be different. Sophorolipids displayed antimicrobial effects that happened between the exponential and stationary phases, but rhamnolipids suppressed bacterial growth during the exponential phase, which may indicate that they have an impact on cell division.

Besides glycolipids, lipopeptides are another class of biosurfactants of high commercial and scientific interest. Microbial lipopeptides are cyclic peptides that are

acylated with fatty acids of different length and composition. They are generally known as extracellular products secreted by various different microorganisms from both the gram-positive (i.e., *Bacillus* or *Streptomyces*) and gram-negative (i.e., *Pseudomonas*) classes. Aspects such as biodegradability, environmental affinity, and better foaming active agent, less toxicity, more choosiness and stability at high temperatures, pH and salinities make them promising alternative agents compared to their synthetic counterparts [Das and Kumar, 2019].

The main focus of many studies is currently on the optimization of biosurfactants synthesis. This requires a suitable culture medium, an appropriate choice of ideal cultivation conditions, and opting for a specific type of culture.

Some of the most significant physical factors influencing the growth of bacteria and, in therefore, its capacity to produce biosurfactants is pH. The effective use of biosurfactants in practical applications (such as industrial, bioremediation, etc.) often requires that they remain stable at a wide variety of pH values. Because of this, biosurfactants are often tested at different pH values during a single study, for instance, from 2 to 12 [Al-Wahaibi et al., 2014]. The same consideration goes for the temperature. The stability of biosurfactants is also often studied over very wide temperature ranges - for example, from 25° C to 100° C [Onlamool et al., 2020], and even from 4° C to 120° C in case of *Streptomyces* sp. DPUA1566 [Santos et al., 2019]. But when considering the possible economic efficiency of future biosurfactant production under industrial conditions, it is necessary to keep in mind that when the temperature of the technological process increases, the costs associated with energy consumption will also increase. Therefore, it looks economically feasible when the choice of temperatures for further experimental work with biosurfactants has a tendency towards lower values. This consideration was implemented in the study by Santos et al. [2019]. The researchers found that the greatest yield of biosurfactant occurred at temperatures of 28° and 32°C, but they chose 28°C for subsequent experimental testing. It's also worth noting that the production of biosurfactant by *Streptomyces* sp. DPUA1566 was shown to be able to function within a pH range of 7.5 to 8.9, while the highest concentration of biosurfactant occurring at pH 8.5.

Another essential factor affecting biosurfactant activity is NaCl concentration. It is common for the impact of this factor in researches to also be investigated within wide ranges. With particular reference to the aforementioned study of the properties of the biosurfactant produced by *Streptomyces* sp. DPUA1566, NaCl was added at concentrations ranging from 2 to 12%, w/v.

The biochemical study and the structural characterizations such as Fourier transform infrared spectroscopy and thermal stability analysis confirmed the lipid nature of the isolated biosurfactant by *Streptomyces* 2265 strain, which is the main goal of this study. An efficient water surface tension significantly decreases from 69.2 to 32.8 mN/m, however, the isolated biosurfactant, has a micelle concentration of (50 mg/L). The emulsifying activity and stability of biosurfactant were also studied at the various condition like temperature, pH and NaCl.

Materials and Methods

Microbial strains and inoculum preparation

Streptomyces 2265 strain, that are characterized by ability to produce of biosurfactant in previous study, were kindly provided by The The National Bank of Industrial Microorganisms and Cell Cultures, Sofia, Bulgaria. The strain was maintained at 30 °C for 15 days Tryptone Soy Broth medium. Spores were inoculated in 250-ml Erlenmeyer flasks containing 50 ml of this medium and let to germinate for 48 h in an orbital shaker at 28 °C and 150 rpm. The resulting suspension was used as inoculum for subsequent experiments. The microorganisms were stored in cryotubes (10% v/v glycerol) at -18 °C and used throughout the present study.

Separation and recovery of biosurfactant

The growth of the *Streptomyces* 2265 in the prescribed medium for the biosurfactant production was done as defined by Ilory et al. [2005] with the following composition (g/l): (1% (w/ v) starch, K_2HPO_4 (4.75), NH_4Cl (1.0), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.6), $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.01), $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.01), $CaCl_2 \cdot H_2O$ (0.01) and $MnCl_2$ (0.01), and their pH was adjusted to 7.0. The culture medium pH was adjusted to 7.0 before sterilization. The inoculated culture broth was allowed to grow for 7 days with the rotating condition at 120 rpm for 28 °C. Biosurfactant was separated from the cell-free culture broth, which was previously acidified to pH 2.0 with 6.0M HCl. Liquid-liquid extraction was performed with two equal volumes of a chloroform: methanol (2:1, v/v) mixture. The precipitated biosurfactant was collected by centrifugation at 3000×g for 2 min. The organic phase was removed, re-suspended in distilled water, adjusted to pH 7.0 and dried at 37 °C to determine the concentration of isolated biosurfactant (g/l).

Surface tension measurement for surfactant of *Streptomyces* 2265 strain

The cell - free culture filtrate was used for the surface tension measurement was estimated by a K6 - tensiometer, using the Du-Nouy ring method. The triplicate values were recorded for measurements.

FTIR spectra of dried biosurfactant

Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) was used to elucidate the biosurfactant chemical structure through functional group identification. The sample for FTIR analysis was prepared by grinding 1.0 mg of freeze-dried biosurfactant with 100 mg of dry KBr and pressing the mixture with a 7500-kg weight for 30 s to obtain a pellet. FTIR spectrum was recorded in the 4000–400 cm^{-1} region in a Varian 640-IR spectrometer equipped with a cooled DLaTGS detector.

Thermal stability analysis of biosurfactant

Streptomyces 2265 active biosurfactant was used in terms of thermal analysis. The biosurfactant stability was tested at various temperature ranging from 0 to 700 °C. The nitrogen gas used for the TGA analysis (50 ml/ min) heating at the rate of 20 °C/ min.

Characterization of biosurfactant stability by emulsification assays

The influence of different environmental factors on biosurfactant activity was investigated in the cell-free broth in terms of variations in surface tension and emulsification index. In particular, the effect of salinity was investigated at 28 °C and pH 7.0 adding NaCl at different concentrations (1–6%, w/v), that of temperature (4, 28, 70, 100 and 120 °C) at pH 8.5 during 60 min, that of heating time (10, 20, 40 and 60 min) at 90 °C and pH 7.0, and that of pH (2, 4, 6, 8, 10, 12 and 14) at 28 °C after adjustment with 6.0M NaOH or HCl.

Statistical analysis

The Analysis of Variance (ANOVA) was used to check statistically significant differences between the average values of responses induced by variations in the independent variables. For this purpose, after preliminary comparison among data that composed each midpoint with the help of box plot, the one-way ANOVA test was used. Differences were considered statistically significant when the significance level (p) was < 0.05.

Results and Discussion

The infrared spectroscopy revealed the synergistic presence of peptide and aliphatic stretches in *Streptomyces* 2265 strain surfactant. The solid peak at 3350 cm^{-1} indicates the stretch of N – H, another peak at 1638 cm^{-1} indicates that the stretch of C-O peptide bonds (Figure 1). The infrared spectra exhibited a peak at 1070 cm^{-1} indicating the vibration of C – O – C and C – H stretch peak related to aliphatic amines groups. Similarly, results with peaks at 2954 cm^{-1} and 2870 cm^{-1} indicates the property of stretch in the methyl and methylene group [Das and Kumar, 2019]. Aliphatic and peptide stretches were found together in the peak at 3059 , which belongs to the hydroxyl group. The infrared spectrum peak at 817 cm^{-1} was alkyl halides group C – Cl stretching [Joshi et al., 2008]. The present study states that the infrared spectrum of the *Streptomyces* 2265 biosurfactant is glycolipid in nature.

Streptomyces 2265 strain produced biosurfactant was investigated in the range $30^{\circ} - 700^{\circ}\text{C}$ by thermogravimetric analysis (Figure 2). Thermal degradation of surfactant started at 19.26°C in the surfactant of *Streptomyces* 2265, retained the weight loss of 18.81% at 200.92°C and 59.46% at 703.13°C between 200 and 500°C temperatures. Whereas, in case of the surfactant of *Streptomyces* 2265 a drastic weight loss (59.46%) was observed at 703.13°C . This has been previously reported in case of the *Bacillus safensis* J2 as 41.88% and the weight loss occurred in $200^{\circ} - 630^{\circ}\text{C}$ and also the drastic weight loss has been observed as 8.46% at 900°C [Das and Kumar, 2019]. Hence, the result suggests that the surfactant of *Streptomyces* 2255 has high thermostability in nature.

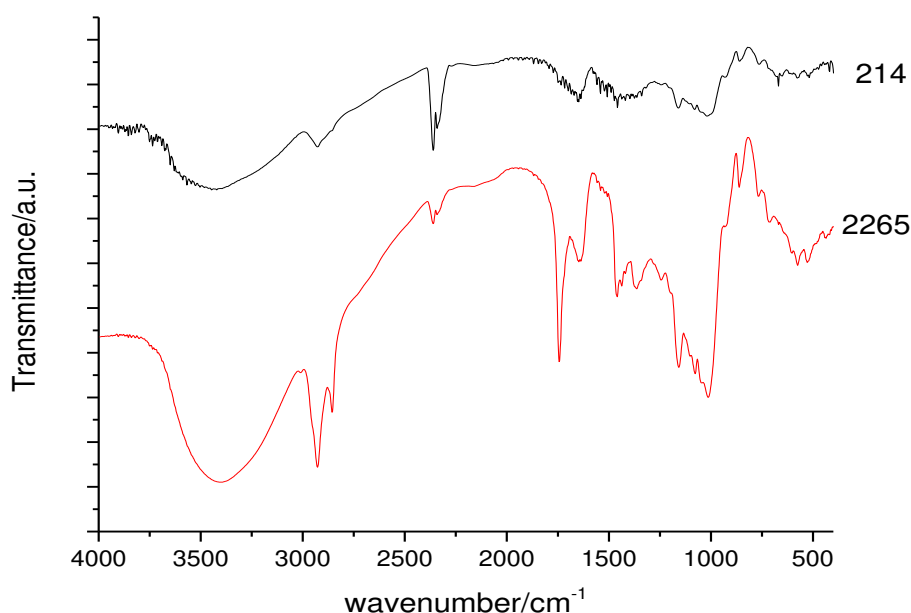


Figure 1. FTIR Spectra of biosurfactant producing by *Streptomyces* 2265 strain

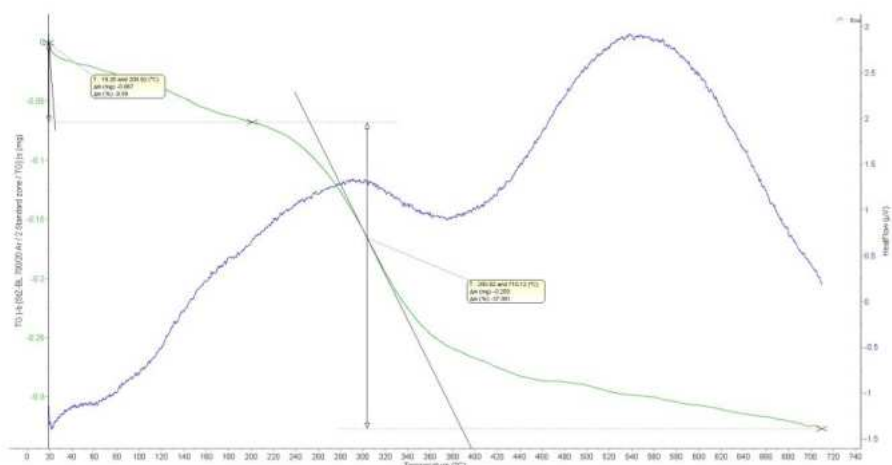


Figure 2. Thermogravimetric thermogram of the biosurfactant obtained from *Streptomyces* 2265

The micelle concentration (MC) is a significant characteristic of surfactant; the concentration of micelle plays a vital role in determining the culture surfactant concentration, thereby it is necessary to create a micelle. *Bacillus safensis* J2 produced the micelle of surfactant (40 mg/ L) and the surface tension was decreased from 74.66 mN/ m to 27.26 mN/ m [Das and Kumar, 2019]. From this study, *Streptomyces* sp. 2655 had the concentration of micelle of (50 mg/ L) and the surface tension was decreased from 60.0 mN/ m to 19.8 mN/m (Figure 3A). According to the study, the surfactant produced by *Streptomyces* 2265 achieved a relatively good outcome. The applicability of biosurfactant has defined their stability while examining the effect of temperatures, pH and NaCl values.

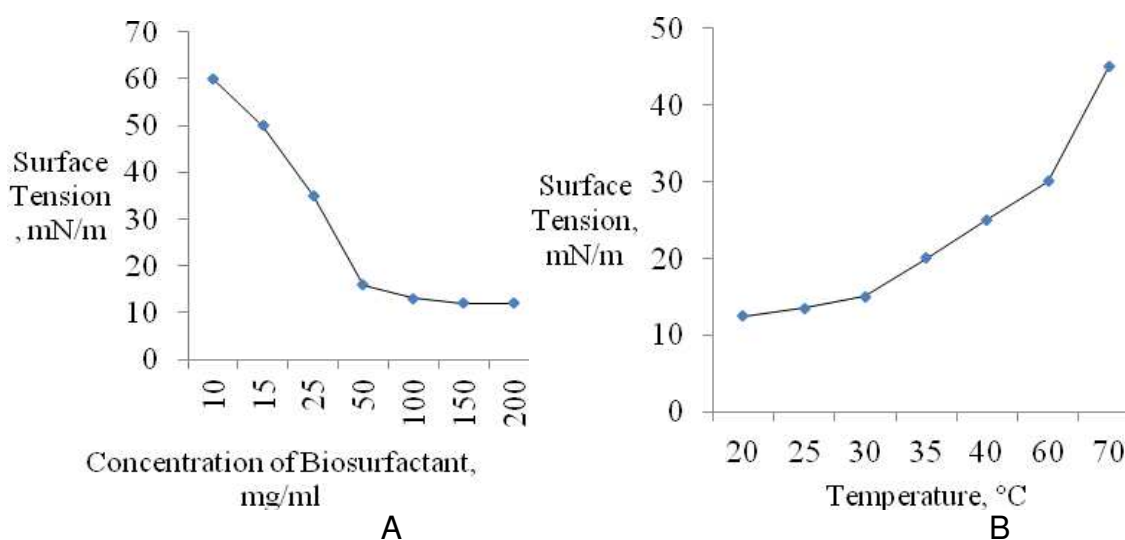


Figure 3. Critical micelle concentration of biosurfactant produced by *Streptomyces* 2265 strain (A) and the effect of temperature on biosurfactant stability produced by *Streptomyces* 2265 strain

Bacillus subtilis MTCC 2423 strain produced biosurfactant was tested at an even higher temperature and there was no significant effect and surface tension was stable at 80 °C temperature [Gurjar and Sengupta, 2015]. In this study, the effect of temperature was tested at 20 - 70 °C on surfactant produced by *Streptomyces* 2265 and the surface tension was significantly stable at 70 °C temperature (Figure 3 B). The effect of pH on biosurfactant was tested ranging from acidic to neutral conditions, and the biosurfactant was stable at pH 6.0 and showed higher stability at neutral condition than at acidic

condition, whereas at the pH 7.0 the activity decreased to 60.75 mN/ m (Figure 4A). Previous studies stated that surface tension drops down at 37 mN/ m pH - 12 and activity decreases at 29 mN/ m pH - 8 in case of *Bacillus safensis* J2 strain [Das and Kumar, 2019]. The effect of sodium chloride was tested on biosurfactant producing *Streptomyces* 2265. The maximum surface tension was observed at 3% sodium chloride concentration (w/ v) 70,1 mN/m. While increasing the concentration, the surface tension was reduced to 6% of sodium chloride concentration at 45,3 mN/ m (Figure 4B). *Bacillus safensis* J2 showed higher surface activity in the (30 g/ l) sodium chloride concentration [Das and Kumar, 2019]. It has also been shown, that biosurfactant, produced by *Bacillus subtilis* MTCC 2423 had thermostable nature, stable at alkaline pH, and high salinity where most of the beneficial biosurfactants are used for a variety of applications, especially in plant protection and bioremediation processes in the soil environment [Gurjar and Sengupta, 2015].

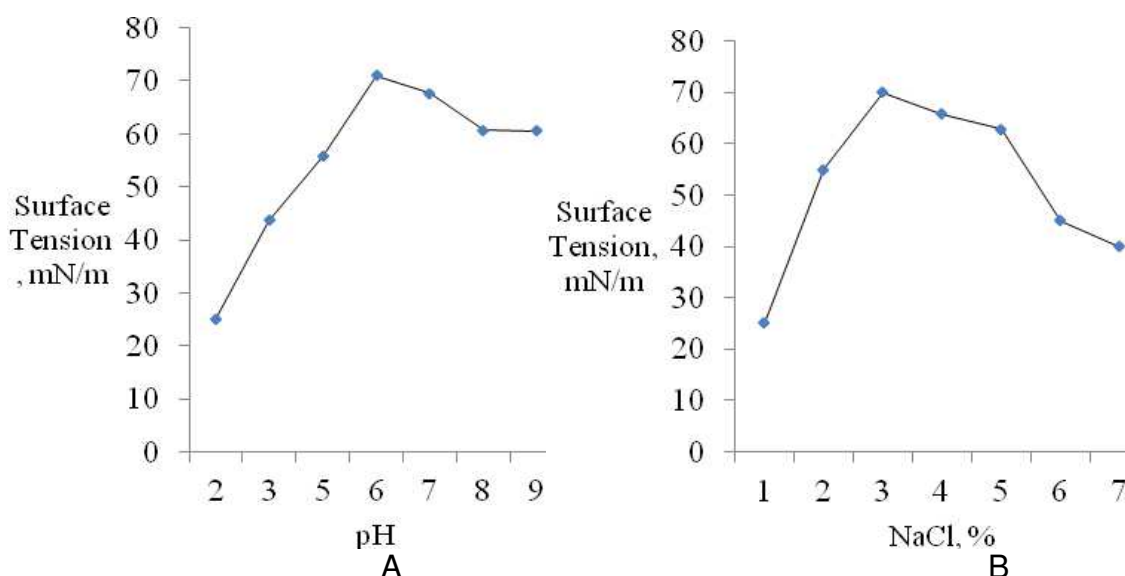


Figure 4. Effects of pH (A) and sodium chloride content (B) on biosurfactant stability produced by *Streptomyces* 2265 strain

Conclusion

The present study illustrates the isolation and purification and structural features of biosurfactant produced by *Streptomyces* 2265 strain. The stability of the purified biosurfactant was optimized under different pH, temperature and salinity. The biochemical studies and characterizations of bioactive biosurfactant were studied using Fourier transform infrared spectroscopy and thermal stability analysis. *Streptomyces* 2265 strain showed a high surface activity, the surface tension in water ranging from 60.0 mN/ m to 19.8 mN/m and also showed micelle concentrations of 50 mg/L.

Acknowledgments

This research is supported by Bulgarian Ministry of Education and Science under National Science Found, Contract № KP-06-PM67/6 - SUNY BG-175467353-2022-03-0019.

References

Al-Wahaibi, Y., Joshi, S., Al-Bahry, S., Elshafie, A., Al-Bemani, A., Shibulal, B. (2014). Biosurfactant production by *Bacillus subtilis* B30 and its application in enhancing oil recovery. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 114, 324–333.

- Das, A., Kumar, R. (2019). Production of biosurfactant from agro-industrial waste by *Bacillus safensis* J2 and exploring its oil recovery efficiency and role in restoration of diesel contaminated soil. *Environmental Technology & Innovation*, 16: 100450
- Díaz De Rienzo, M.A., Stevenson, P., Marchant, R., Banat, I.M. (2016). Antibacterial properties of biosurfactants against selected Gram-positive and –negative bacteria. *FEMS Microbiol. Lett.*, 363, fnv224.
- Gurjar J., Sengupta, B. (2015). Production of surfactin from rice mill polishing residue by submerged fermentation using *Bacillus subtilis* MTCC 2423. *Bioresource Technology*, 189: 243-249
- Ilori, M. O., Amobi, C. J., Odocha, A. C. (2005). Factors affecting biosurfactant production by oil degrading *Aeromonas* spp. isolated from a tropical environment. *Chemosphere* 61, 985–992
- Joshi, S., Bharucha, C., Desai, A. J. (2008). Production of biosurfactant and antifungal compound by fermented food isolate *Bacillus subtilis* 20B. *Bioresource Technology* 99 : 4603 –4608
- Onlamool, T., Saimmai, A., Meeboon, N., Maneerat, S. (2020). Enhancement of glycolipid production by *Stenotrophomonas acidaminiphila* TW3 cultivated in low cost substrate. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 26, 101628.
- Santos, E.F., Teixeira, M.F.S., Converti, A., Porto, A.L.F., Sarubbo, L.A. (2019). Production of a new lipoprotein biosurfactant by *Streptomyces* sp. DPUA1566 isolated from lichens collected in the Brazilian Amazon using agroindustry wastes. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17, 142-150.

MAIN PREREQUISITES FOR USING ELECTROPHYSICAL FIELDS TO PURIFY VEGETABLE OILS

P. I. Osadchuk¹, Y. I. Enakiev², D. A. Domuschi³,
K. A. Sheyda Golbad¹, T. A. Revenyuk¹

¹*Odesa National Technological University (Odesa, Ukraine)*

²*Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,
Agricultural Academy (Sofia, Bulgaria)*

³*Odesa State Agrarian University (Odesa, Ukraine)*

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

Abstract

This article analyzes the quality of vegetable oils and their energy-intensive purification process. Hypotheses forming the basis for an innovative vegetable oil purification project are presented. A schematic of vegetable oil purification by physical methods, including ultrasonic and electromagnetic equipment, is provided. The fundamental differences between the proposed innovative idea and traditional methods of vegetable oil purification are discussed.

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

Introduction

Ensuring the biological and ecological safety of food products, particularly fats, is a key goal in their production. In the production of vegetable oils, environmental purity is achieved through technological processes that remove unwanted compounds and impurities (pesticides, toxic elements, carcinogens, etc.) (Osadchuk et al., 2020; Osadchuk et al., 2022).

At the same time, certain beneficial bioactive components such as phospholipids, phytosterols, and tocopherols are partially extracted, reducing their levels and altering their essential ratios (Mahmood-Fashandi et al., 2017). For example, the high content of polyunsaturated fatty acids in corn oil, coupled with β -sitosterol levels up to 700 mg per kg, endows it with therapeutic properties beneficial for cardiovascular diseases and atherosclerosis (Rudyk et al., 2015).

Relevance

It is well-known that the physiological properties of vegetable oils depend on their fatty acid composition and ratios, as well as the presence of biologically active compounds (phospholipids, sterols, tocopherols, carotenoids, etc.). However, natural fats and vegetable oils are not ideal products in terms of physiological completeness, as each typically has a deficiency or excess of one or several components. Nonetheless, they represent a valuable source of anti-sclerotic and bioactive substances – essential polyunsaturated fatty acids (PUFA) such as linoleic (ω -6) and linolenic (ω -3) acids, phosphatides, sterols, and fat-soluble vitamins (Simakhina, 2008).

Literature Review

Scientific studies across various laboratories have shown that certain oil and fat components, as well as their oxidation and decomposition products, can be hazardous to health. Cholesterol itself does not cause atherosclerotic plaque formation; rather, it is the oxidized products that form complex ester compounds with saturated fatty acids

(Osadchuk et al., 2021; Osadchuk et al., 2022). Oxidized derivatives of cholesterol and other lipid components in unrefined oils may lead to severe diseases such as ischemia and even cancer. Hydroperoxides themselves are not always harmful to health, but their decomposition products, which generate free radicals, present a real health threat. Due to their fatty acid profile and cholesterol-free nature, vegetable oils are capable of reducing cardiovascular disease risk, although their impact on the body depends on the fatty acid balance in each oil. The roles of tocopherols, phytosterols, and carotenoids present in oils are also significant (Vytchenko and Humnitsky, 2007).

It is essential to note that all types of vegetable oils, regardless of origin, are subjected to checks for compliance with hygiene safety and nutritional standards. Levels of heavy metals (lead, arsenic, cadmium, mercury), aflatoxins B_1 , pesticides, and radionuclides are monitored. The range of vegetable oils has expanded continuously due to advances in the oil-fat industry and the possibility of importing oils, enabling variety in consumer choice. Vegetable oils are gifts of nature that deserve to be utilized (Asgari et al., 2017).

For the production of complete fat products, various oils with different properties are blended or modified to produce desired qualities by optimizing purification processes. Notably, the accompanying substances and impurities, rather than triglycerides, define the color, flavor, and aroma of fats. Certain accompanying substances, such as phospholipids and vitamins, increase the nutritional value of fats, while others (waxes, gossypol, etc.) degrade fat quality and complicate their technological processing. All types of vegetable oils intended for human consumption and for young animal feed must undergo thorough purification on specialized equipment (Harutyunyan et al., 2004; Fedak and Dyhtyar, 2009).

This purification removes low-molecular-weight fatty acids, aldehydes, ketones, and other volatile compounds that determine the product's aroma and taste and eliminates unwanted foreign compounds such as polycyclic aromatic hydrocarbons, pesticides, and toxic products (Khmelev, 2010).

The process occurs at low pressure in a vacuum (0.3-0.7 kPa) and high temperature (220-230°C) with steam injected into the heated oil. High-quality vegetable oils are obtained only after meticulous purification, conventionally divided into primary and subsequent deeper refining stages. Systematic energy technology analysis is an effective tool to reduce energy consumption in production. Modern oil purification technologies are complex systems involving several stages: settling, filtration, centrifugation, hydration, neutralization, bleaching, and deodorization (Lovkis, 2010). Deep oil purification using chemical reagents and catalysts improves oil quality and intensifies the process, but requires additional costs due to the need to renew these components (Shirokova et al., 2007).

The goal of the research is to develop innovative purification technology for vegetable oils, both at primary and secondary stages, using electrophysical intensifiers such as ultrasonic and electromagnetic fields.

Research Results

Thorough purification of vegetable oils from chemical reagents and catalysts leads to additional energy costs. If not properly purified, oil quality may decrease, posing a health risk. Chemical reagents and catalysts typically require specific conditions, adding costs for creating the required temperature, density, viscosity, etc.

The innovative vegetable oil purification project is based on the following hypotheses:

1. In an ultrasonic wave field, the filtration process of vegetable oils should enhance the removal of suspended impurities (due to the field's impact on sediment structure formation), phosphatides, waxes, and similar substances.

2. In an electromagnetic field, the hydration process of vegetable oils should increase phosphates and accompanying substances through intensified liquid separation, reducing settling time and improving equipment productivity.

Based on the above, we propose studying the purification of vegetable oils using ultrasonic and electromagnetic fields, as shown in the following schematic (Figure 1):

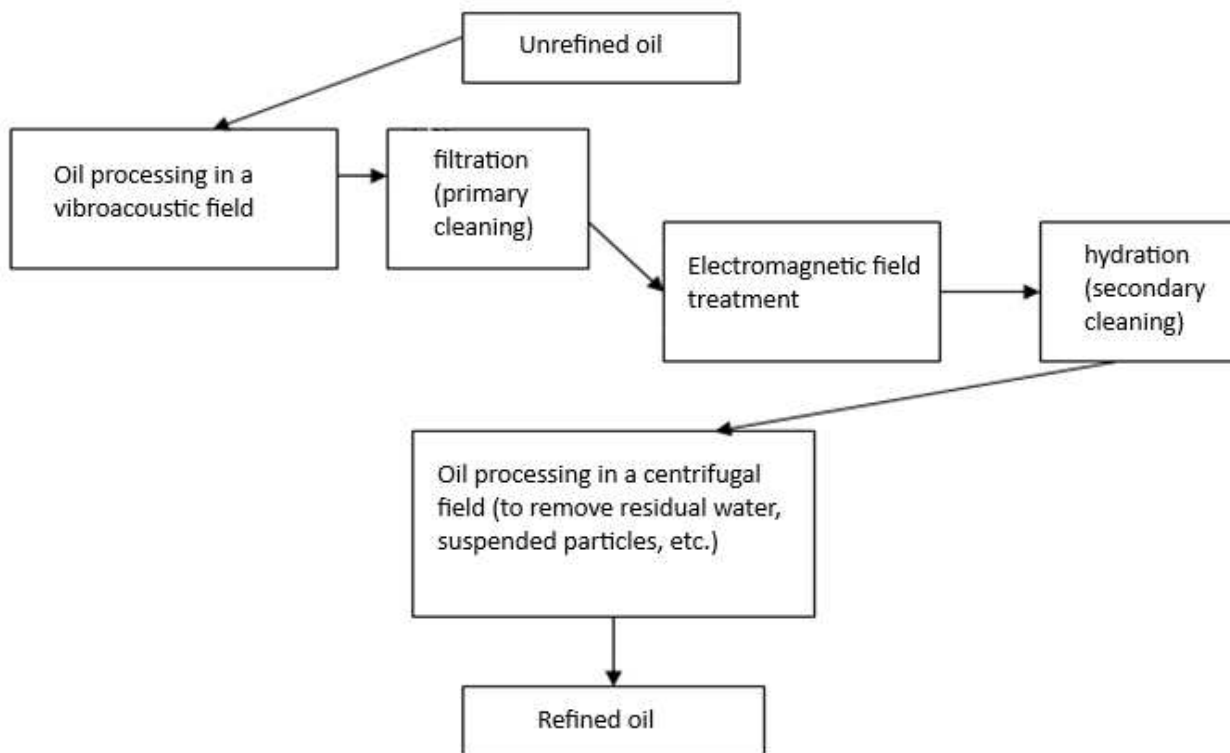


Figure 1. Schematic of vegetable oil purification by electrophysical methods

The operational conditions for devices with ultrasonic and electromagnetic energy input include the following factors:

- The presence of polar molecules in the volume of vegetable oils;
- The alignment of ultrasonic and electromagnetic field parameters with the coagulation task;
- Matching the structural characteristics of oils with the parameters of ultrasonic and electromagnetic fields.

For most vegetable oils, these conditions are met. Let's consider the fundamental differences between the proposed innovative idea and traditional methods of vegetable oil purification (Figure 2).

One of the fundamental differences between the proposed oil purification technique and traditional solutions is that the "path" of energy to the oil molecules is simplified. This is illustrated in the physical schematic (Figure 3).

The main elements of traditional heating techniques (Figure 3a) include: a steam jacket (1), the apparatus wall (2), a boundary layer (3) on the wall surface, and the oil (4). Steam (5) enters the steam jacket, and condensate (6) is removed. The steam's energy is used to generate secondary steam (7) from the oil, which involves complex heat transfer from the condensing steam to the oil. The effectiveness of this heat transfer is determined by the sum of thermal resistances, the main one being the thermal resistance of the boundary layer (3).

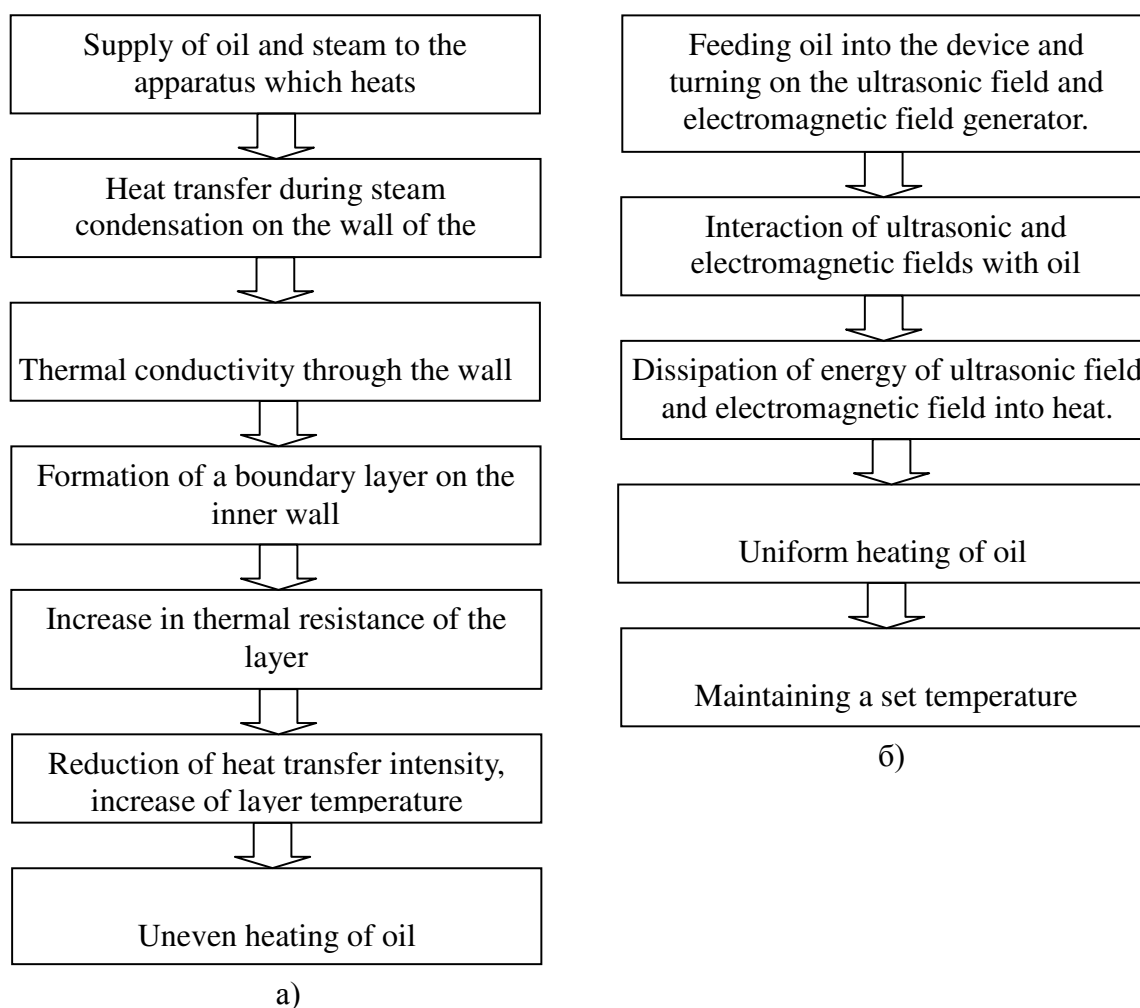


Figure 2. Thermophysical model of vegetable oil purification processes
a) – traditional technique; b) – innovative technique

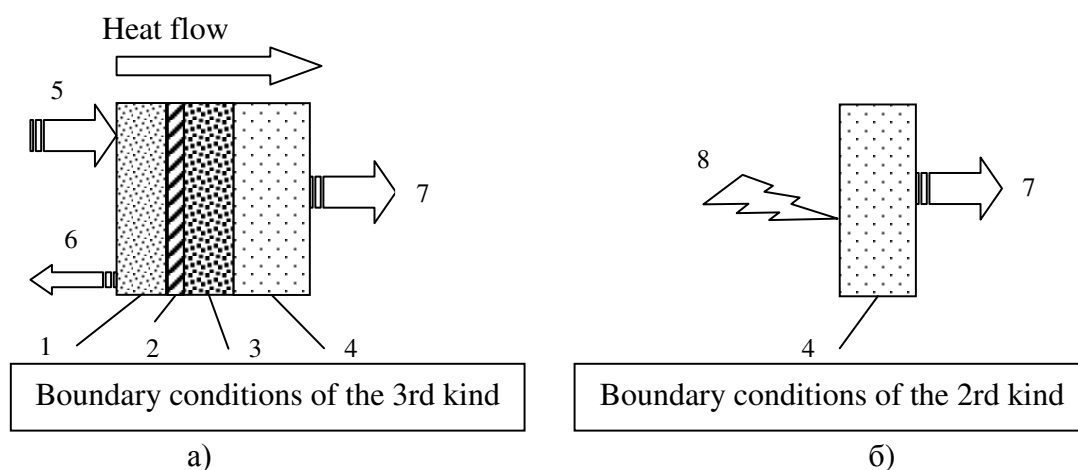


Figure 3. Physical schematic of the oil heating process
a) – traditional technique; b) – innovative technique

During heating, the boundary layer thickens, causing overheating of the vegetable oil within this layer. This reduces oil purification quality or damages the product. Even stirring the vegetable oil does not solve this issue, so a final temperature value is set in practice. Alternatively, heating occurs in the innovative technique (Figure 3b). Here, classical heat transfer is entirely absent. The energy of ultrasonic and electromagnetic fields interacts

directly with the oil molecules. These are polar molecules, and under ultrasonic and electromagnetic fields, field energy dissipation occurs. Thus, the innovative technique fundamentally differs from the traditional one:

1. The energy input to the oil under third-kind boundary conditions is replaced by volumetric energy input under second-kind boundary conditions.

2. Direct energy input to the oil molecules allows for uniform product heating and facilitates the coagulation process of accompanying substances with a straightforward process control scheme.

The next stage of work involves an analytical study of the kinetics of innovative filtration and hydration equipment. The main elements of the equipment and their operational modes are presented in the schematic (Figure 4).

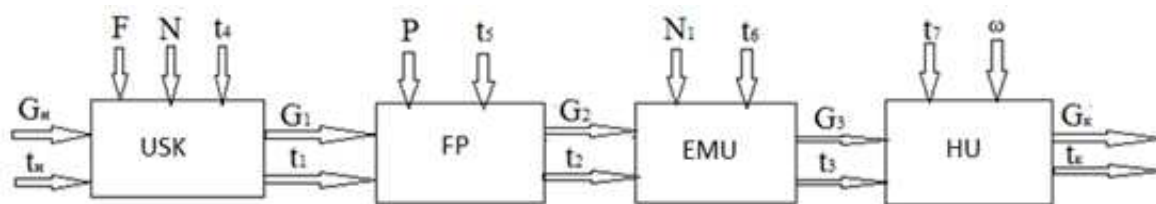


Figure 4. Apparatus-process schematic for vegetable oil purification

Where:

- USK – ultrasonic chamber,
- FP – filter-press,
- EMU – electromagnetic unit,
- HU – hydration unit.

Figure 5 shows parametric model of the filtration process under ultrasonic cavitation conditions.

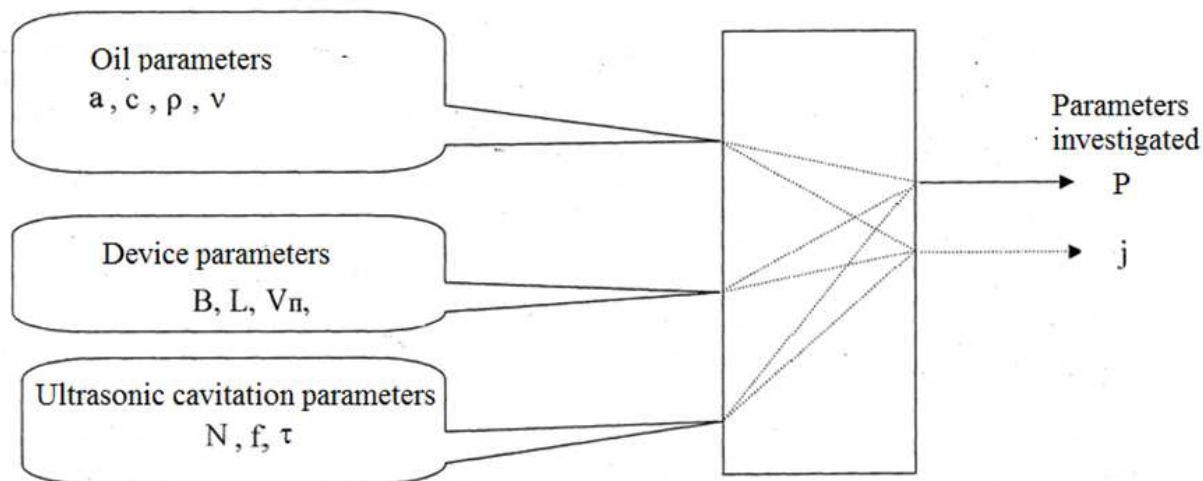


Figure 5. Parametric model of vegetable oil purification

Where:

- a – coefficient of thermal conductivity of the oil;
- c – specific heat capacity of the oil;
- ρ – density of the oil;
- ν – coefficient of kinematic viscosity of the oil;
- V – height of the apparatus;
- L – length of the apparatus;

V_n – working volume of the apparatus;
 N – power of the emitter;
 f – ultrasonic frequency;
 τ – duration of ultrasonic exposure.

Quality parameters include the content of accompanying substances in the oil (CV) and the specific energy consumption for heating j , J/kg . Key input parameters for the oil are considered to be: its flow rate $G1$, kg/s ; moisture content W_1 ; temperature t_1 ; thermophysical qualities (a_c , c_c , ρ_c , λ_c , v_c , r_6).

The primary characteristics of the equipment include structural parameters: width B , length L , volume V . The energy parameters of the units are the power (N_{y3} , N_{em}) and efficiency (η_{y3} , η_{em}) of the ultrasonic and electromagnetic generators, respectively.

Conclusion

Hypotheses forming the basis of the innovative vegetable oil purification project are presented.

A vegetable oil purification scheme using physical methods, including ultrasonic and electromagnetic equipment, is described. The innovative oil purification principle is based on using technologies that intensify the coagulation process within the product volume.

The fundamental differences between the proposed innovative idea and traditional oil purification methods are examined.

References

- Asgari, S., M. A. Sahari, & M. Barzegar. 2017. Practical modeling and optimization of ultrasound-assisted bleaching of olive oil using hybrid artificial neural network-genetic algorithm technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 140, 422-432.
- Fedak, N. V. & A. M. Dyhtyar. 2009. Dynamics of tocopherol content in sunflower oils with different fatty acid composition during heating. *Proceedings of TDATU*. Vol 4. №12, 139-145.
- Harutyunyan N. S., E. P. Kornena, & E. A. Nesterova. 2004. Refinement of oils and fats. Theoretical foundations, practice, technology, equipment. St. Petersburg: GIORO. p. 288.
- Khmelev, V. N. 2010. The use of high-intensity ultrasound in industry. Alt. State Tech. Univ, BTI. Biysk: Publishing House Alt. State Tech. University, 203.
- Lovkis Z. V. 2010. Quality and safety of food products: textbook. manual. Minsk: IVC of the Ministry of Finance. p. 398.
- Mahmood-Fashandi, H., M. Ghavami Gharachorloo, R. Abbasi, & A. Khaneghah. 2017. Using of ultrasonic in degumming of soybean and sunflower seed oils: Comparison with the conventional degumming. *Journal of Food Processing and Preservation*, №1(41), 41-50.
- 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*. №2(26), 486-491.
- Osadchuk, P. I., D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, & B. P. Elenov. 2022. Theoretical justification of the operating modes of a periodic activity of vegetable oil purification. *Research in Agricultural Engineering*. №68, 35-40. <https://doi.org/10.17221/107/2020-RAE>.
- Osadchuk, P. I., D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, & B. P. Elenov. 2022. Cleaning sunflower oil with the use of the ultrasonic field. 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE-2022) Conference Proceedings. 1-5, DOI: 10.1109/EEAE53789.2022.9831328.

- Osadchuk P. I., O. G. Burdo, A. V. Zykov, D. A. Domuschi, & Y. I. Enakiev. 2021. Analysis of standard and innovative energy technologies for purification of vegetable oils. Collection of reports from a scientific forum with international participation “Ecology and agricultural technologies – fundamental science and practical implementation”. Volume 3. Sofia, 178-183.
- Rudyk F. Ya., N. Ya. Morgunova & M. S. Tulyeva. 2015. Factors determining the process of spoilage of oil during storage. Agrarian Scientific Journal. №4. 66-69.
- Shirokova, V. D., D. A. Babeykenoi, N. S. Selivanova, & N. V. Magly. 2007. Fats and oils. Production, composition and properties, application. 2nd ed. St. Petersburg: Profession, p. 752.
- Simakhina G. 2008. Bioantioxidants – necessary components of healthy nutrition. Scientific works of the National Technical University of Ukraine. №25. 104-106.
- Vytenko T. N. & Y. M. Humnytsky. 2007. Mechanism of activating action of hydrodynamic cavitation on water. Chemistry and water technology. Vol. 29. №5. 422-432.

ВЪРХУ ОРАЗМЕРИТЕЛНИТЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРИ ТРЪБОПРОВОДИТЕ ЗА КАПКОВО НАПОЯВАНЕ

ON THE DIMENSIONING DEPENDENCIES OF DRIP IRRIGATION PIPELINES

Румен Гаджев*

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Н.
Пушкаргов",
София 1309, ул. Шосе Банкя 7, Селскостопанска Академия*

**e-mail: hydroigr@abv.bg*

Въведение

Системите за капково напояване са намерили твърде голямо приложение у нас и в чужбина, особено за напояване на зеленчуци, интензивни култури, лозя, овощни градини и др. В България капковото напояване се разпространява сравнително широко и неговата перспективност, както и неговата възможност за прилагането му и разширено използване при агроклиматичната характеристика на страната се доказва и на практика.

От своя страна капковото напояване като технология за напояване дава реални възможности за по - ефективно използване на водата за поливане, която е в пряка връзка с развитието на мелиорациите у нас поради доста ограничените възможности на водоизточниците и нарастващите потребности от вода във всички сектори на икономиката.

Широкото приложение на тази технология е следствие на завишените технически, технологични и икономически показатели на капковото напояване и не малкото преимущества на новата технология спрямо традиционните начини за напояване. Това се дължи на рационалното и пестеливо използване на водата, на по-лесната автоматизируемост на процесите, на икономическата изгодност, на съчетано и локализирано подаване на торове и пр. Преимуществата са предимно в оптимизираното използване на водата и в по-малоброен експлоатационен персонал и се проявяват в по-толяма степен при напояване на овощни насаждения, лозя, зеленчукови и други култури.

По своята същност тези системи представляват напорни мрежи от тръбопроводи – главен - транспортиращ, разпределителен и поливни крила, захранвани от водоизточник чрез помпена и филтърна станция.

Състояние на проблема

Поливните тръбопроводи притежават специфични особености, произтичащи от това, че по дължината им режимът на течението преминава винаги от турбулентен в ламинарен. Установява се, че прехода между тези два режима формира област, която е наименувана област с преходно критичен режим. По дължината на тази област течението не е ламинарно – не се подчинява на закона на Хаген – Пуазйе, не е и турбулентно – не изпълнява закона на Блазиус. Режимът на това течение е наречен преходно критичен и за първи път за него са установени границите и хидравлични зависимости за $\lambda = f(Re)$ и за $h_{заг} = f(Q)$.

Последната обхваща значима част от дължината на тръбопровода - от 30 до 50%. От друга страна се оказва, че този преход има коренно различни оразмерителни зависимости спрямо тези от ламинарната и турбулентната области.

За изясняване на тези течения, които до сега не са конкретно изяснени и не се вземат в предвид при оразмеряванията в практиката, са извършени експериментални лабораторни изследвания с прилаганите тръбопроводи използвани за направата на поливните крила и в този аспект се предлагат оразмерителни зависимости и граници на приложение.

Резултати и препоръки

Основната хидравлична характеристика на поливен тръбопровод за капково напояване е коефициентът на хидравлично съпротивление λ . Това съпротивление при ламинарните течения произтича от вискозното триене, докато при преходно-критичното течение и при турбулентното течение, зависи както от вискозното, така и от турбулентното триене. При даден тръбопровод, λ зависи сумарно от коефициента на триене – $\lambda_{тр}$, от приведения коефициент на местно съпротивление $\Delta\lambda$ (ξ_m) и от схемата на разположение на капкообразувателите – K , респ. от дистанцията l_o . За $\lambda_{тр}$ при турбулентен режим се използва форм. на Блазиус, а при ламинарен режим – формулата на Хаген – Пуазйе. От друга страна хидравличните показатели $\lambda_{тр}$ и ξ_m зависят и от режима на течението. Самата величина $\lambda_{тр}$ се определя по формули или експериментално и при гладки тръби, $\lambda_{тр}$ се изразява най-често чрез степенната зависимост, която по структурата на Блазиус има вида:

$$\lambda = \frac{A}{Re^{m_0}},$$

където: A и m_0 имат слабо променливи стойности в интервала:

$$\text{- за } A = 0,30 \div 0,34; \text{ за } m_0 = 0,250 \div 0,255;$$

При липса на конкретно установени стойности на A и m , може да се използват резултатите предложени от Блазиус:

$$A = 0,3164; \quad m = 0,2500.$$

Същевременно, може да се използва и приведената формула на Шевелев

$$\lambda = \frac{0,1079}{d^{0,226} v^{0,226}}$$

Местните загуби на напор, реализиращи се от вградените или паралелни капкообразуватели, се изразява като част от скоростната височина на напорното течение:

$$h_M = \xi_M \frac{v^2}{2g}$$

Режимът на движение на водата, съответно закономерностите за коефициента на съпротивлението са различни в отделните области. Видно е, че теченията в отделните области са свързани. От друга страна тези режими се явяват в конкретно определена дължина (част) от тръбопровода.

За оразмеряване на дължината от тръбопровода с турбулентно течение е необходимо:

– определяне на дължината от тръбопровода с даден режим. Ако поливния тръбопровод е изготвен от гладки тръби, дължината на частта от тръбопровода с

първия (началния) режим -турбулентния се приема до долната граница на областта на гладките тръби;

- определяне на оразмерителната зависимост за коефициента на съпротивление – λ като се имат предвид характеристиките на тръбата и на течението;

- определяне на входното водно количество в поливното крило;

- определяне на работното и на транзитното водно количество.

Заключение

Оразмеряването и проектиране на разпределителни и поливни тръбопроводи с турбулентен режим – гладка област, преходно критичен и ламинарен режим, се извършва при установени $Q_{\text{ораз}}$ и коефициентът на съпротивление λ за отделните режими на течението.

Напорното течение в системите за капково напояване - разпределителни тръбопроводи и поливни крила, представлява функция с криволинейно очертание, което произтича от промяната на водните количества и от промяната на режимите на течението, като в началото се формира турбулентен, след това преходно критичен и накрая ламинарен режим.

ПОСТЕРНА СЕСИЯ
(РЕЗЮМЕ)

POSTER SESSION
(ABSTRACT)

ПОСТЕРНАЯ СЕССИЯ
(РЕЗЮМЕ)

ЗАСОЛЕНИТЕ ПОЧВИ КАТО ИЗТОЧНИК НА НОВИ АНТИМИКРОБНИ ВЕЩЕСТВА. УРОК ОТ ХАЛОФИЛНИТЕ БАКТЕРИИ

Калоян Берберов*, Николина Атанасова, Николай Крумов, Иванка Бояджиева

*Институт по микробиология “Стефан Ангелов” – БАН,
ул. Акад. Георги Бончев, бл. 26, 1113, София, България*

**e-mail: kberberov@microbio.bas.bg*

Резюме

Днес човечеството се изправя пред нов глобален здравен проблем – антибиотичната резистентност. Традиционно използваните днес антибиотици стават все по-неефективни. Това налага търсене на нови антимикробни вещества (АМВ) от нови неизследвани източници. Засолените почви са екологична ниша за сложно съобщество от халофилни бактерии, които синтезират разнообразие от вторични метаболити в това число и АМВ.

Целта на нашето изследване беше да изолираме халофилни бактерии продуценти на АМВ от засолена почва, събрана на територията на Провадийската солница в България.

Първоначално беше проведена оптимизация на изолирането с цел максимална екстракция на клетките. При първичния скрининг антибактериалният потенциал на изолатите беше оценен чрез метода на двойния агар срещу *Escherichia coli* и *Staphylococcus epidermidis*. След това изолатите бяха допълнително скринирани срещу безопасни родственици на патогените от ESKAPE групата. Накрая антибактериалната активност на изолатите беше количествено оценена чрез дисково- и ямково дифузионен метод в петрита с агарова среда.

Оптималната процедура за изолиране изискваше суспендиране на почвената проба в 50 mM Na-пирофосфат, 3x1 мин хомогенизиране чрез вортексиране и култивиране върху НМ 10% хранителна среда. Бяха изолирани общо 32 продуцента на АМВ. По време на първичния скрининг 6 изолата показаха антибактериална активност срещу *S. epidermidis* и 12 срещу *E. coli*. Вторичният скрининг потвърди антибактериалната активност на 15 от изолатите. Всеки един от тях демонстрира инхибиране на растежа на поне един от изследваните патогени. Количествените резултати за антибактериалната активност на изолатите показаха зони на инхибиране от порядъка на 15 – 30 mm.

Нашето изследване показва, че засолените почви биха могли да се изследват като надежден природен източник на нови АМВ.

Ключови думи: халофилни бактерии, антимикробни вещества, засолена почва.

SALINE SOILS AS A SOURCE OF NEW ANTIMICROBIAL COMPOUNDS. A LESSON FROM HALOPHILIC BACTERIA

Kaloyan Berberov*, Nikolina Atanasova, Nikolay Krumov, Ivanka Boyadzhieva

*The Stephan Angeloff Institute of Microbiology - BAS,
Acad. G. Bonchev Str., bl. 26, 1113 Sofia, Bulgaria*

**e-mail: kberberov@microbio.bas.bg*

Abstract

Today human society faces a new global health problem - antibiotic resistance. The antibiotics traditionally used today are becoming less effective. This necessitates the search for antimicrobial compounds (AMC) from novel underinvestigated sources. Saline soils harbour a complex community of halophilic bacteria that are able to synthesize a wide range of secondary metabolites including AMC.

The aim of our research was to isolate AMC producing halophilic bacteria from saline soil samples collected from Provadia salt deposit, Bulgaria .

Initially an optimisation of the isolation was made in order to achieve a maximal cell recovery rate. At the primary screening the antibacterial potential of the isolates was evaluated by the agar overlay assay against *Escherichia coli* and *Staphylococcus epidermidis*. Then the isolates were further screened against safe relatives of the ESKAPE pathogens. Finally, their antibacterial activity was quantitatively assessed by agar disk- and agar well diffusion assay.

The optimal isolation procedure involved soil suspension in 50 mM Na-pyrophosphate, 3x1 min vortexing and cultivation on HM medium. A total of 32 AMC producers were isolated. At the primary screening 6 isolates showed activity against *S. epidermidis* and 12 against *E. coli*. The secondary screening confirmed antibacterial activity in 15 isolates. Everyone of them demonstrated growth inhibition of at least one of the test pathogens. The quantitative results of the antibacterial activity of the isolates showed inhibition zones in the range of 15 - 30 mm.

Our study indicates that saline soil could be investigated as a potent natural source of new AMC.

Key words: halophilic bacteria, antimicrobial compounds, saline soil.

**FERTILITY VARIATION IN VERTISOLS AND FLUVISOLS UNDER DIFFERENT
FERTILIZATION SYSTEMS - EXPERIMENTAL FIELDS OF
ISSAPP „NIKOLA POUSHKAROV” IN SOFIA AND PLOVDIV REGIONS**

Mariana Hristova*, Ana Katsarova

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection Nikola Poushkarov,
Agricultural Academy*

**e-mail: marihristova@hotmail.com*

Abstract

The study examines the dynamics of humus content in two different soil types – Vertisols (Bozhurishte) and Fluvisols (Tsalapitsa) – to assess the impact of mineral fertilization and plant residues on the dynamics of soil organic matter (humus). The research was conducted within a uniform field trial in the spring of 2024, following wheat cultivation in 2023, under different fertilization levels (T0, T1, T2, T3) in both experiments.

The Vertisols in Bozhurishte is characterized by a moderate humus content (3.5%) and a stable humus system dominated by calcium humates. The high clay content in the soil favors the accumulation of persistent humus but may also limit the decomposition of organic residues due to reduced aeration. At the beginning of the experiment, differences were observed among the treatments (T1 > T3 > T0 > T2). However, by 2024, the incorporation of plant residues and microbial activity led to an equalization of humus content among the treatments.

The Fluvisols in Tsalapitsa, with a lower soil organic matter content (1.7%), has a limited humus capacity despite the high quality of its humic acids. The differences between treatments remained significant, with the highest mineral fertilizer doses (N18P14) resulting in the greatest accumulation of organic carbon. However, humification and mineralization processes occurred more intensively, suggesting the need for additional organic amendments to sustainably improve soil fertility.

The results indicate that Vertisols provides a stable basis for humus accumulation and responds well to mineral fertilization, whereas Fluvisols is characterized by faster organic matter mineralization, necessitating combined strategies for improving the humus balance through both organic and mineral amendments.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SUPPORTING RESEARCHERS

Plamen Tomov*

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection Nikola Poushkarov,
Agricultural Academy*

**e-mail: p.tomov@issapp-pushkarov.org*

Abstract

Artificial intelligence (AI) is being increasingly applied in scientific research, particularly in the writing of scientific papers. With advancements in natural language processing and machine learning, AI offers powerful tools for automating various aspects of the writing process.

AI supports researchers in their work by searching for scientific literature to formulate clear and concise summaries. One of the primary ways that AI helps is through automatic text generation. This allows researchers to draft initial versions of their papers or revise existing content, thereby saving time and effort. AI can also assist with grammar and style checks, ensuring that the scientific language is tailored to the specific requirements of academic journals.

Another key aspect of AI usage is its ability to analyze large datasets and extract the most important information. This enables researchers to conduct literature reviews more quickly and effectively by synthesizing new ideas. Moreover, AI tools assist with citation management by suggesting appropriate sources and by formatting references according to established standards.

In conclusion, artificial intelligence provides researchers with valuable tools to simplify the writing process, which not only saves time, but also enhances the quality of scientific publications.

Key words: Artificial intelligence (AI), scientific papers, text generation, proofreading.

РОЛЯТА НА ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО МУ ОТ НАУЧНИЯ РАБОТНИК

Пламен Томов*

*Селскостопанска академия, Институт по почвознание,
Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкиров”*

**e-mail: p.tomov@issapp-pushkarov.org*

Резюме

Изкуственият интелект (ИИ) все по-често намира приложение в научните изследвания и особено в писането на научни статии. С напредъка на обработката на естествен език и машинното обучение, ИИ предлага мощни инструменти за автоматизиране на различни аспекти от процеса на писане. От търсене на научна литература до формулиране на ясни и точни резюмета, ИИ подпомага учените в тяхната работа.

Един от основните начини е чрез автоматичното генериране на текст. Това позволява на изследователите да формулират първоначални чернови на своите статии или да преработват вече съществуващ текст, като по този начин спестяват време и усилия. ИИ може също така да помага с проверката на граматическите и стиловите грешки, както и с адаптиране на научния език към съответните изисквания на списанията.

Друг ключов аспект на използването на ИИ е способността му да анализира големи обеми от данни, извличайки най-важната информация. Това позволява на учените по-бързо и по-ефективно да се справят с прегледа на литература и да синтезират нови идеи.

Също така, инструментите с ИИ подпомагат и процеса на цитиране, като предлагат подходящи източници и структурират референциите според установените стандарти. В заключение, изкуственият интелект предоставя на учените ценни инструменти за улесняване на процеса на писане, което не само спестява време, но и повишава качеството на научните публикации.

Ключови думи: изкуствен интелект (ИИ), научни трудове, генериране на текст, редактиране.

**DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN MATRICES WITH VARIOUS
COMPOSITIONS BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION
SPECTROMETRY (ICP-OES) STRENGTHS AND LIMITATIONS**

**Olga Veleva, Nikolaya Velitchkova*, Metody Karadjov, Serafim Velichkov,
Nonka Daskalova**

Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

**e-mail: niaveli@geology.bas.bg*

**ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЛЕДИ ОТ ЕЛЕМЕНТИ В ПРОБИ СЪС СЛОЖЕН МАТРИЧЕН
СЪСТАВ С ПОМОЩТА НА ОПТИЧНА ЕМИСИОННА СПЕКТРОМЕТРИЯ С
ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА ICP-OES, ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ**

**Олга Велева, Николая Величкова*, Методи Караджов, Серафим Величков,
Нонка Даскалова**

Геологически Институт, БАН

**e-mail: niaveli@geology.bas.bg*

Abstract

Modern environmental science requires methods, which ensure a multi-element analysis of a wide variety of sample types and ability to detect a large number of chemical elements at threshold concentration levels. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) is well known for its exceptional accuracy, precision as well as low detection limits. The main application field is environment samples such as water, soils, sludges, air. Determination of Hg, As, Se, Zn, Be, Pt, Cd, Sb, B, Cu, Mn, Pb, Sn, Bi, Cr, U, Tl and Ba in environmental materials, containing Al, Ca, Mg, Fe and Ti as complex matrix were conducted. The conventional figures of merit such as limits of detection, background behavior, spectral and multiplicative interferences in the presence of matrices with different compositions for two commercially available spectrometers with different spectral resolutions were compared. Sample introduction systems including conventional pneumatic and ultrasonic pulverization were juxtaposed. For some hydride forming elements such as As, Se, Sb and Hg the hydride generation technique as Concomitant Metals Analyzer (CMA) were used to improve the sensitivity and detection limits. Optimization procedure from point of view of lowering of the detection limits was applied in all cases.

NATURAL RADIOACTIVITY OF SOIL AND VOLCANIC ASH ON LIVINGSTONE ISLAND, ANTARCTICA

**Milena Hristozova^{1*}, Radoslava Lazarova¹, Ivanka Yordanova¹,
Viktoria Nedyalkova²**

*¹Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection Nikola Poushkarov,
Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria*

²St. Kliment Ohridski University of Sofia, Bulgaria

**e-mail: m.hristozova@issapp-pushkarov.org*

Abstract

In the closed Antarctic ecosystem of Livingstone Island, South Shetland Islands, Antarctica, additional above-background exposure from natural radioactive sources, can be the result of intercontinental air transport, from active volcanic activity, erosion, washout, sedimentation, and others. One of the characteristics of the island landscape is the presence of a layer of volcanic ash with a thickness of 1 to 5 and more cm., deposited as a result of the eruption of the Pleistocene active volcano Deception, located on the island of the same name, 30 km south of Livingston. Although its last eruption was 33 years ago, traces of volcanic activity are still recorded in all the islands from the South Shetland archipelago, to the northern coast of the Antarctic continent. As seismic activity in the Livingstone Island area shows significant activity (up to over 150 earthquakes per day, over 8 months, in 2014), volcanism and additional deposition of volcanic ash is warranted. The research conducted at the Bulgarian Antarctic Base (BAB) "St. Kliment Ohridski" in 2023 aims to establish the concentration of natural radionuclides in the biotopes of the Antarctic ecosystem and the possible radiation risk for the Antarctic biocenosis. In order to track temporal changes such as migration, sedimentation and accumulation, a comparison is made of the results of these indicators carried out during the first expedition, with the participation of scientists from IPAZR "N. Poushkarov", in 2012.

The content of Pb-210, Th-232, U-238, Ra-226, K-40 and anthropogenic Cs-137 in soil samples and volcanic ash samples in the area of BAB, Perunica Glacier and Hanapoint was investigated by gamma spectrometric analysis.

Over the ten-year study period, volcanic ash results showed a decrease in radioisotope activity. No such clear trend was observed in the soil samples.

ЕСТЕСТВЕНА РАДИОАКТИВНОСТ НА ПОЧВАТА И ВУЛКАНИЧНАТА ПЕПЕЛ НА О-В ЛИВИНГСТЪН, АНТАРКТИДА

**Милена Христозова^{1*}, Радослава Лазарова, Иванка Йорданова¹,
Виктория Недялкова²**

¹ *Селскостопанска академия, Институт по почвознание,
Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкин“*

² *Софийски университет Св. Климент Охридски*

**e-mail: m.hristozova@issapp-pushkarov.org*

Резюме

В затворената антарктическа екосистема на остров Ливингстън, Южно Шетландски острови, Антарктида, допълнително надфоновото облъчване от естествените радиоактивни източници, може да бъде в резултат на въздушен междуконтинентален пренос, от активна вулканична дейност, ерозия, отмиване, утаяване и други. Една от характеристиките на ландшафта на острова е наличието на слой вулканична пепел с дебелина от 1 до 5 и повече см., отложена в резултат от изригването на плейстоценския активен вулкан Дисепшън, разположен върху едноименния остров, на 30 км. южно от Ливингстън. Въпреки, че последното му изригване е било преди 33 години, следи от вулканична дейност се регистрират все още във всички острови от архипелага Южни Шетланди, до северното крайбрежие на континента Антарктида. Тъй като сеизмичната дейност в района на о-в Ливингстън показва значителна активност (до над 150 земетресения на ден, в продължение на 8 месеца, през 2014 г), съществува предпоставка за вулканизъм и допълнително отлагане на вулканична пепел. Изследванията, проведени на Българската антарктическа база (БАБ) „Свети Климент Охридски“ през 2023 г. имат за цел да установят концентрацията на естествени радионуклиди в биотопите на антарктическата екосистема и евентуалния радиационен риск за антарктическата биоценоза. За да се проследят времеви промени като миграция, утаяване и акумулация, се прави съпоставка на резултатите на тези показатели, проведени при първата експедиция, с участието на учени от ИПАЗР „Н. Пушкин“, през 2012 г.

Изследвано е съдържанието на Pb-210, Th-232, U-238, Ra-226, K-40 и антропогенния Cs-137 в почвени проби и проби от вулканична пепел в района на БАБ, ледника Перуника и Ханапойнт, чрез гамаспектрометричен анализ.

За десет годишния период на изследване, при резултатите от вулканичната пепел се наблюдава намаление на активността на радиоизотопите. При почвените проби не се наблюдава такава ясна тенденция.

ENVIRONMENTAL EFFECTS OF RADIATION, 13 YEARS AFTER THE FUKUSHIMA NUCLEAR ACCIDENT

Milena Hristozova^{1*}, Yoshifumi Wakiyam², Kenji Nanba²

¹*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection Nikola Poushkarov, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria*

²*Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, Japan*

**e-mail: m.hristozova@issapp-pushkarov.org*

Abstract

The nuclear accident in Fukushima (11.03.2011) was assessed with the highest 7 degree of danger, according to the International scale of nuclear events. Unlike the Chernobyl accident, at the Fukushima Daiichi nuclear plant, the contamination is much more localized. Atmospheric conditions at the time of the nuclear incident allowed large air masses to drift over the ocean surface, reducing soil contamination. The total amount of released cesium-137 that contaminated seawater is about 11 PBq, and that of cesium deposited on the soil is about 7 PBq. The affected territory covers an area of 9,000 km². A large-scale removal of the surface 5 cm soil layer from the economic and residential areas was carried out on part of it. This reduces radioisotope activity by 80%. Forest areas that remain uncontaminated occupy more than 70% of the affected territory. 13 years after the nuclear accident, intensive environmental monitoring continues. Heavy rainfall during the monsoon period causes erosion and leaching of Cs from contaminated forest areas. This determines the lateral migration, sedimentation and riverine transport of radioactive cesium. Thus, the non-decontaminated territories become a source of secondary introduction of long-lived radionuclides into the environment and can increase their content in fresh water. The Abukuma River, as the largest river in Fukushima Prefecture, is subject to continuous radiochemical assessment of cesium-137 activity.

The main soil type in the region is high in clay. This contributes to the rapid fixation of cesium in the surface soil layer, its more difficult solubility and less mobility. However, cesium from the soil enters the plants. In 2024, the content of cesium in the pollen of flowering plants and its accumulation in bees and bee products was investigated. The resulting measured pollen activity is equivalent to honey bee contamination. The measured concentration of cesium activity in an Asian hornet was 10 times higher than that of bees.

The norms for natural background radiation in Japan are between 0.05÷0.2 µSv/h. In June 2024, its highest measured value was over 20 µSv/h. However, Fukushima prefecture has seen a recovery to levels close to those before the 2011 accident. In early 2024, the Japanese government allowed the settlement of some of the depopulated areas and the resumption of agricultural activities in them.

ПОСЛЕДИЦИ ОТ ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА РАДИАЦИЯТА ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА, 13 ГОДИНИ СЛЕД ЯДРЕНАТА АВАРИЯ ВЪВ ФУКУШИМА

Милена Христозова^{1*}, Yoshifumi Wakiyam², Kenji Nanba²

*1 Селскостопанска академия, Институт по почвознание,
Агротехнологии и Защита на растенията „Н. Пушкин“, София, България*

2 Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, Japan

**e-mail: m.hristozova@issapp-pushkarov.org*

Резюме

Ядрената авария във Фукушима (11.03.2011), е оценена с най-високата 7 степен на опасност, според Международната скала за ядрени събития. За разлика от Чернобилската авария, във Фукушима Дайчи ядрена централа, замърсяването има много по-локален характер. Атмосферните условия по време на ядрения инцидент, позволяват отнасянето на големи въздушни маси над океанската повърхност, с което се намалява контаминацията на почвата. Общото количество на изпуснатия цезий-137, с което е замърсена морската вода е около 11 PBq. А това на цезият, отложен върху почвата - около 7 PBq. Засегнатата територия е на площ от 9000 км². Върху част от нея е извършено мащабно отстраняване на повърхностния 5 см почвен слой от стопанските и жилищните райони. Това намалява активността на радиоизотопите с 80%. Горски площи, които заемат повече от 70% от засегнатата територия, остават необеззаразени. 13 години след ядрената авария, интензивният мониторинг на околната среда продължава. Обилните валежи през мусонния период и стръмните планински склонове, предизвикват ерозия и отмиване на Cs от замърсените горски територии. Това определя страничната миграция, утаяване и речен транспорт на радиоактивния цезий. Така не деконтаминираните територии стават източник на вторично въвеждане на дългоживуци радионуклиди в околната среда и могат да повишат съдържанието им в прясната вода. Река Абукума, като най-голямата река в префектура Фукушима е обект на постоянна радиохимична оценка на активността на ¹³⁷Cs.

Основният почвен тип в региона е с високо съдържание на глина. Това допринася за бързото фиксиране на цезият в повърхностния почвен слой, по-трудната му разтворимост и по-малко подвижност. Въпреки това, цезият от почвата постъпва в растенията. През 2024 г. е изследвано съдържанието на цезия в прашеца на цветните растения и акумулацията му в пчелите и пчелните продукти. Резултатът от измерената активност на прашеца е еквивалентна на контаминацията на медоносната пчела. Измерената концентрация на активност на цезия в азиатски стършел е 10 пъти по-висока от тази на пчелите.

Нормите за естествен радиационен фон в Япония са между 0.05÷0.2 µSv/h. През юни 2024 г. най-високата му измерена стойност е над 20 µSv/h. Въпреки това в префектура Фукушима се наблюдава възстановяване на нивата, близки до тези, преди аварията от 2011 г. В началото на 2024 г. правителството на Япония разрешава заселване на част от обезлюдените територии и възстановяване на селскостопанските дейности в тях.

THERMAL PROPERTIES OF CHERNOZEMS AS A RESULT OF AGRICULTURAL PRACTICES FOR MITIGATION OF AGROECOLOGICAL RISKS

**Katerina Doneva^{1*}, Milena Kercheva¹, Gergana Kuncheva¹, Viktor Kolchakov¹,
Plamena Nikolova²**

*¹Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection “Nikola Poushkarov”, 1080
Sofia, Bulgaria*

²University of Ruse “Angel Kanchev”, 7017 Ruse, Bulgaria

**e-mail: k.doneva@issapp-pushkarov.org*

Abstract

In the current study the field experiments were conducted on moderately eroded Epicalcic Chernozem, in the experimental field near the village of Trastenik, Ruse and on Haplic Chernozem near the village of Kalipetrovo, Silistra, North Bulgaria. The grown crops were winter wheat, maize and sunflower, and also there were measurements in fallow land. The soil tillage treatments were conventional along the slope (control), conventional across the slope, minimum tillage and cultivation of a pre-crop, which was used for green manure in the experimental field for erosion control in Trastenik. In the experimental field near the village of Kalipetrovo, where are studied water saving agrotechnologies on flat terrain, was applied subsoil ripper tillage in order to mitigate the consequences of the drought.

The aim was to evaluate soil thermal properties which were measured directly using KD2Pro device in the field (TR-1 sensor) at transitory soil moisture and also of undisturbed soil samples (SH-1 sensor) during the process of drainage at different matric potential in laboratory conditions. The obtained data for thermal conductivity, thermal diffusivity and volumetric heat capacity are presented as a function of soil water content.

Key words: Epicalcic Chernozem, Haplic Chernozem, soil thermal properties.

ТОПЛИННИТЕ СВОЙСТВА НА ЧЕРНОЗЕМИ ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКИ ПРАКТИКИ ЗА СМЕКЧАВАНЕ НА АГРОЕКОЛОГИЧНИ РИСКОВЕ

Катерина Донева^{1*}, Милена Керчева¹, Гергана Кунчева¹, Виктор Колчаков¹,
Пламена Николова²

¹Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола
Пушкарров“, София 1080, България

²Русенски университет „Ангел Кънчев“, Русе 7017, България

*e-mail: k.doneva@issapp-pushkarov.org

Резюме

В настоящото изследване са проведени полски експерименти на средноерозиран Карбонатен Чернозем в опитно поле в близост до с. Тръстеник, Русе и на Излужен Чернозем в района на с. Калипетрово, Силистра. Отглежданите култури са зимна пшеница, царевица и слънчоглед, като са направени измервания и при угар. Обработките на почвата са традиционно по наклона на склона (контрола), традиционно напречно на склона, минимални обработки и отглеждане на предкултура, която се използва за зелено торене в опитното поле за контрол на ерозията в с. Тръстеник. В опитното поле в с. Калипетрово, където се изследват водоспестяващи агротехнологии на равнинен терен, е включено продълбочаване на почвата с цел смекчаване на последствията от сушата.

Целта е да се оценят топлинните свойства на изследваните почви измерени директно с KD2Pro апарат при полски условия (TR-1 сензор) и моментна влажност на почвата, а също и на ненарушени почвени проби (SH-1 сензор) в процес на водоотдаване при различни матрични потенциали в лабораторни условия. Получените данни за коефициент на топлопроводност, коефициент на температуропроводност и обемна топлемност са представени в зависимост от влажността на почвата.

Ключови думи: Карбонатен Чернозем, Излужен Чернозем, топлинни свойства на почвата.

Благодарности

Авторите благодарят за финансирането на научните изследвания по проект „Интегриране на сателитни и наземни данни за компоненти на водния баланс на почвата и растителната покривка в модели за оценка на агроекологични рискове и земеделски практики за смекчаването им“ от Фонд „Научни Изследвания“ (договор КП-06 Н 76/2 2023).

INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS AND *BEAUVERIA BASSIANA* STRAINS ON THE SOIL MICROBIOTA OF LEACHED CHERNOZEM (ROUSSE REGION) DURING BEAN CULTIVATION

**Tsvetelina Metodieva^{1*}, Ana Katsarova¹, Tsvetina Paparkova¹, Miladin Nazarkov¹,
Iliana Ivanova², Ralitsa Gavrilova³, Hristo Valchovski¹**

¹ *Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Pushkarov"
Agricultural Academy, Shosse Bankya 7 str., Sofia 1331, Bulgaria*

² *Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov Chiflik"
Rousse 7007, "Prof. Ivan Ivanov" 1*

³ *Institute of Ornamental and Medicinal Plants - Negovan 1222, Sofia, Bulgaria*

**e-mail: cv.metodieva@issapp-pushkarov.org*

Abstract

The study is aimed to explore the effect of biological agents with trade name - "Naturalis" and "Softguard" and strains of *Beauveria bassiana* 339, 538, 730 in the cultivation of beans under non-irrigated conditions at Leached Chernozem (Rousse region). Indicators related to the changes in the count of the main taxonomic and physiological groups of soil microorganisms and the production of CO₂, biomass carbon and β -glucosidase activity were investigated. The study revealed that all applied biological agents product and strains *Beauveria bassiana* have positive effect on β -glucosidase activity. An increase in the populations of micromycetes, ammonifying bacteria and actinomycetes was observed in strain *Beauveria bassiana* 339 and an increase in count of ammonifying bacteria in strain *Beauveria bassiana* 538. A positive increase in the count of cellulose-degrading microorganisms was found in the combined variant with biological agents - "Naturalis" and "Softguard".

Key words: biological agents, *Beauveria bassiana*, soil microorganisms, soil respiration, β - glucosidase activity.

ВЛИЯНИЕ НА БИОЛОГИЧНИ ПРЕПАРАТИ И ЩАМОВЕ *BEAUVERIA BASSIANA* ВЪРХУ ПОЧВЕНИЯ МИКРОБИОМ НА ИЗЛУЖЕН ЧЕРНОЗЕМ (ОБЛАСТ РУСЕ) ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ФАСУЛ

Цветелина Методиева^{1*}, Ана Кацарова¹, Цветина Папаркова¹, Миладин Назарков¹, Илияна Иванова², Ралица Гаврилова³, Христо Вълчовски¹

¹Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкарров“, Селскостопанска академия,
ул. Шосе Банкя, 7; София 1331, България

²Институт по земеделие и селскостопанско стопанство "Образцов чифлик"
гр. Русе 7007, ул. "Проф. Иван Иванов" 1

³Институт по декоративни и лечебни растения – Негован 1222, София

*e-mail: cv.metodieva@issapp-pushkarov.org

Резюме

Изследването има за цел да проследи въздействието на биологични препарати – „Натуралис“ и „Софтгард“ с търговско наименование и изолирани щамове *Beauveria bassiana* 339, 538, 730 при отглеждането на фасул (*Phaseolus vulgaris*) на неполивни условия при Излужен Чернозем (Русенско). Бяха изследвани промените в числеността на основните таксономични и физиологични групи почвени микроорганизми, продукцията на CO₂, биомасен въглерод и β - глюкозидазна активност. Установи се че всички приложени препарати и щамове имат положително въздействие върху β - глюкозидазната активност. Наблюдавано беше нарастване в състава на микромицетите, амонифициращите бактерии и актиномицетите при щам 339 и повишаване на броя на амонифициращите бактерии при щам 538. Положително повишаване върху числеността на целулозоразграждащите микроорганизми се установи при комбинирания вариант биологичните препарати „Натуралис“ и „Софтгард“.

Ключови думи: биологични препарати, *Beauveria bassiana*, почвени микроорганизми; почвено дишане, β - глюкозидазна активност.

ANALYSIS OF THE RESULTS FROM THE SOIL RESTORING STRATEGIES IMPLEMENTATION - BOZHURISHTA EXPERIMENTAL FIELD

Viktor Kolchakov^{1*}, Martin Banov¹, Irena Atanassova¹, Veneta Krasteva¹, Dimitre Nikolov², Ivan Boevsky², Ekatherina Tzvetanova², Krasimir Kostenarov²

¹*Agricultural Academy, "N. Poushkarov" Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria*

²*New Bulgarian University*

**e-mail: viki_kol68@abv.bg*

Abstract

The territory of the experimental field is part of the experimental areas of the N. Poushkarov Institute of Soil Science Agrotechnologies and Plant Protection. The field has an area of 130 dk and the soil differences are represented by Vertisol.

In connection with the implementation of work packages 1 "Farm networking and farm scale monitoring in EU and China" and 3 "Integrating on-farm solutions for restoring degraded soils, interpreting impact on soil health" under the TUDi project "Transforming Unsustainable management of soils in key agricultural systems in EU and China. Developing an integrated platform of alternatives to reverse soil degradation", the collection and systematization of data from the conducted experiments was carried out on the territory of the experimental field.

The following experiments are carried out on the territory of the experimental field:

- variants of processing systems - intensive and minimal;
- fertilization rates;
- tracking of integrated weed control;
- the biometric and phenological indicators of the cultivated corn crop were processed.

In 2022 a field experiments were carried out in the Experimental field Bozhurishte on Vertisol with corn for grain (*Zea mays*, L.) in 2 crop rotations. The previous crops were triticale in the first and wheat in the second rotation. Variants of processing systems have been tested - intensive and minimal processing; of different rates of fertilization and of integrated weed control, and their influence on the physical and agrochemical characteristics, as well as on the biological condition of Vertisol, was established. The results show that agrotechnical measures implemented in time have a significant impact on the main physical parameters of the soil. Biometric and phenological indicators during three phenophases of the cultivated crop in the two crop rotations were processed.

The significant influence of deeper tillage and mineral fertilization on the growth and productive potential of maize was found. Treatment types and integrated weed control based on new broad-spectrum herbicides used in combination with a biostimulant were evaluated. It was established that of the tested agrotechnical factors, mechanical processing has a significant impact on reducing the weeding of the crop in the initial stages of corn development.

The highest average yields were obtained from the first rotation. The studied agrochemical parameters of the soil show that the degree of stocking with mineral nitrogen and potassium is average, while the content of absorbable phosphorus is significantly lower.

Acknowledgments

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

**LAND EVALUATION OF AGRICULTURAL LANDS IN THE REGION OF STARA
ZAGORA, BULGARIA FOR GROWING CULTIVATED HAZELNUT
(*CORYLUS AVELLANA* L.)**

Zornitsa Mitreva*, Ivanka Lyubenova, Maria Ivanova, Irena Atanassova

*Institute of Soil Science. Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Poushkarov”. 7
Shosse Bankya str. Sofia 1080. Bulgaria. Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria*

**e-mail: zuza_na@abv.bg*

Abstract

Land evaluation in the villages of Edrevo and Panicherevo, region Stara Zagora, has been performed for growing cultivated hazelnuts in order to assess the agronomic suitability of the agricultural land for this crop. The applied methodology for hazelnut is newly developed and is in accordance with the requirements of the crop and climatic conditions. According to the methodology used, the assessments of the individual land characteristics were carried out according to pre-developed algorithms in two stages with the first reaching a Soil Score (SS - the physico-chemical characteristics of soils are assessed), and the second - a Field Evaluation Number (FEN - agro-ecological conditions are assessed). According to the obtained values of FEN (for each soil sub-type) they are classified by classes of agronomic suitability. The final classification scheme of the assessed lands is in accordance with FAO recommendations. The obtained results are spatially visualized in the form of a map showing the suitability of the agricultural lands of the studied area for growing cultivated hazelnuts.

Key words: land evaluation, agronomic suitability, cultivated hazelnut.

**БОНИТЕТНА ОЦЕНКА НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ В ЗЕМЛИЩАТА НА СЕЛАТА
ЕДРЕВО И ПАНИЧЕРЕВО, ОБЛ. СТАРА ЗАГОРА ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА
КУЛТИВИРАН ЛЕШНИК (*CORYLUS AVELLANA* L.)**

Зорница Митрева*, Иванка Любенова, Мария Иванова, Ирена Атанасова

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Н.
Пушкаргов", ул. Шосе Банкя 7, София 1080, Селскостопанска Академия София,
България*

**e-mail: zuza_na@abv.bg*

Резюме

В землищата на селата Едрево и Паничерево, обл. Стара Загора е направена е бонитетна оценка за отглеждане на култивиран лешник с цел представяне на агрономическата пригодност на земеделските земи за тази култура. Приложената методика за лешник е новоразработена (съобразена с изискванията на културата и климатичните условия). Според използваната методика, оценките на отделните поземлени характеристики са извършени по предварително разработени алгоритми в два етапа, като на първия се достига до почвен бал (ПБ-оценяват се физико-химичните характеристики на почвите), а на втория – до полско бонитетно число (ПБЧ-оценяват се агроекологичните условия). Според получените стойностите на ПБЧ, (за всяко почвено различие) те се класифицират по класове на агрономическа пригодност. Крайната класификационна схема на оценените земи е съобразена с препоръките на FAO. Получените резултати са пространствено визуализирани под формата на карта показваща пригодността на земеделските земи от изследвания район за отглеждане на култивиран лешник.

Ключови думи: бонитетна оценка, агрономическа пригодност, култивиран лешник.

INCREASING THE DURABILITY OF WEARING PARTS AND WORKING ELEMENTS OF AGRICULTURAL TECHNIQUES AND EQUIPMENT THROUGH ELECTRIC SPARK AND GAS FLAME COATING

Georgi Kostadinov*, Todor Penyashki, Elena Dimitrova, Ivan Morteve, Blagoj Elenov

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

**e-mail: g.kostadinov@issapp-pushkarov.org*

Abstract

The essence and technological characteristics of the innovative methods of electric spark deposition and gas flame layering are described in the work. The topography, morphology, composition and structure, hardness and tribological properties of the coatings obtained by both methods are shown. The possibilities for effective application of both methods for both preliminary strengthening and restoration of worn parts and working parts of machines and equipment for agricultural machinery are presented. Based on a literature data and previous our author's results, suitable coating materials and layering process parameters are indicated, which provide an increase in the wear resistance of various hardened working parts by an average of 1.5 to 4 times.

Key words: electrospark deposition, gas flame spraying, coatings, carbides, microhardness, wear resistance.

CREATION OF A NEW TYPE OF COATINGS WITH INCREASED HARDNESS, WEAR RESISTANCE AND TRIBO-EFFICIENCY FOR AGRICULTURAL EQUIPMENT THROUGH ELECTRIC SPARK AND GAS FLAME COATING

Todor Penyashki*, Georgi Kostadinov

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

**e-mail: t.peniashki@issapp-pushkarov.org*

Abstract

The paper describes the properties of a new type of new hard alloy wear-resistant coatings intended for electrospark (ESD) and gas flame (GFS) lamination of wear and working parts of agricultural machinery and equipment. For ESD GFS, multi-component composite coating materials were created from the highly wear-resistant compounds WC, TiB₂ and B₄C with a multi-metallic solder of Ni-Cr-B-Si and technological additives of Fe, Co and C. Through metallographic and X-ray structural analysis, optical, electron microscopic and tribological tests the topography, morphology, structure, microhardness and tribological characteristics of the coatings were investigated. The numerical values of the roughness, thickness and microhardness parameters of the obtained coatings were determined. The conditions for obtaining coatings with appropriate geometric characteristics, composition and structure to achieve maximally increased wear resistance of surfaces subjected to various loads and operating conditions are defined. Up to 3-4 times higher durability compared to uncoated products was obtained.

Key words: electrospark deposition, gas flame spraying, coatings, carbides, borides, structure, microhardness, wear resistance.

EFFECT OF LOCATION OF IRRIGATION DRIP PIPE UNDER DIFFERENT IRRIGATION REGIMES ON YIELD OF BULGARIAN SORT GARLIC

Vesela Petrova-Branicheva*, Emil Dimitrov, Antoaneta Gigova

*Institute of Soil Sciences, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Poushkarov”,
Agricultural Academy, 7 Shosse Bankya Str., 1331, Sofia, Bulgaria*

**email: vessi1@abv.bg*

Abstract

The change in the overall technologies of agricultural production in recent years is in accordance with the new conditions and needs of agricultural crops and requires optimization of the parameters of the irrigation regime of agricultural crops grown in conditions of water deficit. Experimental studies were conducted in 2023 - 2024 under field conditions on the territory of the experimental field "Chelopechene", on leached Cinnamon forest soil with a summer garlic crop. A water-saving drip irrigation system is used for irrigation. The irrigation wings are located on the surface and underground at a depth of 0.10 m. Five options were studied for optimal and disturbed irrigation regime of garlic. V1 - subsoil drip irrigation - 100% irrigation rate, V2 - subsoil drip irrigation - 50% irrigation rate; V3 - surface drip irrigation - 100% irrigation rate; V4 - surface drip irrigation - 50% irrigation rate; V5 - non-irrigated variant.

The main objective is: Establishing the optimal irrigation regime and the influence of different depths for laying irrigation wings for irrigation and fertigation on the yield of summer garlic, Bulgarian variety.

Key words: drip irrigation, summer garlic - Bulgarian variety, yield, subsoil drip irrigation.

ВЛИЯНИЕ НА РАЗПОЛОЖЕНИЕТО НА ПОЛИВНИТЕ КРИЛА ПРИ РАЗЛИЧНИ РЕЖИМИ НА НАПОЯВАНЕ НА БЪЛГАРСКИ СОРТ ЧЕСЪН

Весела Петрова-Браничева*, Емил Димитров, Антоанета Гилова

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

**e-mail: vessi1@abv.bg*

Резюме

Промяната в цялостните технологии на земеделското производство през последните години е съобразно с новите условия и потребности на земеделските култури и изисква оптимизиране параметрите на поливния режим на земеделските култури, отглеждани в условия на воден дефицит. Експерименталните изследвания са проведени през 2023 – 2024 година при полски условия на територията на опитно поле "Челопечене", върху излужена Канелена горска почва с култура летен чесън. За напояване се използва водоспестяваща система за капково напояване. Поливните крила са разположени на повърхността и подпочвено на дълбочина 0.10 m. Изследвани са пет варианта при оптимален и нарушен поливен режим на чесън. V₁ - подпочвено капково напояване - 100% поливна норма, V₂ - подпочвено капково напояване - 50% поливна норма; V₃ - повърхностно капково напояване - 100% поливна норма; V₄ - повърхностно капково напояване - 50% поливна норма; V₅ - неполивен вариант.

Основната цел е: Установяване на оптималния поливен режим и влиянието на различните дълбочини за полагане на поливните крила за напояване и фертигация върху добива на летен чесън, български сорт.

Ключови думи: капково напояване, летен чесън – български сорт, добив, подпочвено капково напояване.

BIOECOLOGICAL AND PLANT SOCIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DESIGNED WILDFLOWER MEADOWS IN URBAN ENVIRONMENT

Maria Hristova*

University of Forestry, Sofia

**e-mail: m.pl.hristova@gmail.com*

Abstract

Designed wildflower meadows are intentionally created plant communities, combining grasses and forbs with high species diversity. Widely implemented in urban environments, these meadows contribute to biodiversity conservation and climate change adaptation. Their resilience to poor and dry soils minimizes maintenance requirements and reduces irrigation costs. The present study represents a literature analysis of the impact of ecological, biological, and anthropogenic factors on the establishment and long-term development of flowering meadows.

Climatic conditions, sunlight exposure, and soil properties are identified as critical to the successful development of wildflower meadows. Species competition, sowing techniques, and maintenance strategies significantly affect species diversity and ecosystem stability. Mowing once or twice annually is shown to effectively control dominant species, sustain aesthetic appeal, and enhance diversity. Additional practices, such as mulching and soil moisture management, promote seed germination while suppressing weeds.

Wildflower meadows represent sustainable urban green spaces that integrate aesthetic appeal, ecological functionality, and biodiversity.

Key words: Wildflower meadows, sustainability, ecological value, urban landscape, biodiversity, ecosystem services.

ЕКОЛОГО-БИОЛОГИЧНИ И ФИТОЦЕНОЛОГИЧНИ ОСОБЕНОСТИ НА ЦЪФТЯЩИТЕ ПОЛЯНИ В ГРАДСКА СРЕДА

Мария Христова*

Лесотехнически университет, София

**e-mail: m.pl.hristova@gmail.com*

Резюме

Цъфтящите поляни представляват богати на видове изкуствено създадени тревисти съобщества от житни и цветни растения. Те намират широко приложение в градските ландшафти, където подобряват естетическия облик, допринасят за опазването на биоразнообразието и спомагат адаптацията на градовете към климатичните промени. Благодарение на устойчивостта си към бедни и сухи почви, цъфтящите поляни изискват минимална грижа и значително намаляват разходите за поддържане. Настоящото изследване представлява анализ на литературата за влиянието на екологични, биологични и антропогенни фактори върху създаването и дългосрочното развитие на цъфтящите поляни.

Резултатите от анализа подчертават ключовата роля на климатичните условия, интензивността на ослънчаване и почвените характеристики за успешното развитие на тези съобщества. Конкуренцията между видовете, използваните методи за засяване и поддържане се явяват определящи за запазването на видовото разнообразие. Косенето, извършвано веднъж или два пъти годишно, ефективно контролира конкурентните видове и същевременно съхранява декоративния ефект на поляните. Допълнително, мулчирането и управлението на почвената влага подпомагат покълването на семената и ограничават разпространението на плевелни видове.

Цъфтящите поляни представляват устойчиво решение за създаване на зелени площи, съчетаващи естетически облик, екологична функционалност и адаптивност към климатичните промени.

Ключови думи: цъфтящи поляни, устойчивост, екологични ползи, градски ландшафт, видово разнообразие, екосистемни услуги.

IMPACT OF SEED PRODUCTION ON SOIL FUNCTIONS: INSIGHTS FROM THE NOVASOIL PROJECT SEMINAR IN ESTONIA

Merili Toom, Mart Laugis, Tiina Köster, Kerttu Tammik*, Kalvi Tamm, Taavi Võsa

The Centre of Estonian Rural Research and Knowledge

**e-mail: kerttu.tammik@metk.agri.ee*

Abstract

The seminar held in Estonia as part of the NOVASOIL project aimed to engage stakeholders in discussions about the impact of seed production on soil functions, focusing on soil health challenges and potential solutions within Estonia's agricultural landscape. Certified seed production is essential for ensuring high-quality seed material, leading to more efficient crop yields. However, various constraints - such as poor soil structure due to intensive tillage, heavy pesticide use, limited organic fertilization, and minimal use of green manures - pose significant challenges to soil quality and biodiversity within seed production systems. The seminar explored the role of incentives and payment schemes in balancing seed production with soil health objectives. Three incentive types were evaluated: 1. Basic income support payment, which encourages winter plant cover to reduce erosion. 2. Environment-friendly production eco plan, mandating the use of certified seeds and sustainable practices, though challenging in seed production systems. 3. Support for land melioration, aimed at agricultural and forestry infrastructure development for long-term soil productivity. Stakeholders recommended that policymakers promote certified seeds more broadly, particularly for varieties that reduce pesticide use, tillage requirements, and enhance nutrient cycling. Additional recommendations included supporting public awareness campaigns on certified seeds, facilitating certifications, and investing in research and breeding programs to improve both seed quality and soil health.



СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
AGRICULTURAL ACADEMY



ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ, АГРОТЕХНОЛОГИИ И
ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА “НИКОЛА ПУШКАРОВ”
NIKOLA POUHKAPOV 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 6

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
2025